59e Année 2e Trimestre 1953 N° 2

ANNALES DE GEMBLOUX

ORGANE TRIMESTRIEL

de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux.

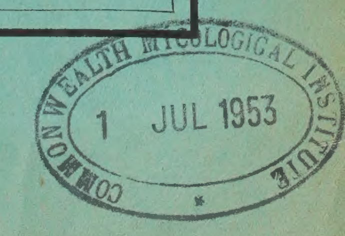
(Association sans but lucratif).

SOMMAIRE

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION:
R. GEORLETTE
207, av. R. NEYBERGH,
BRUXELLES II



EDITEUR :
J. DUCULOT
GEMBLOUX



Comité de Rédaction :

Président : Charliers, N.
Secrétaire : Delvaux, G.
Trésorier : Colleaux, H.
Membres : Demortier, G. ; Favresse, S. ; Ragondet, G. ; Steyaert, R. ; Thomas, R. ; Van Hagendoren, G.
Secrétaire de Rédaction : Georlette, R. (tél. 25.88.77).

Compte chèques-postaux n° 1660.59 : Association des Ingénieurs de Gembloux, 14, Drève du Duc, Boitsfort.

Compte-courant n° 64.431 de l'Association à la Société générale de Belgique, 3, Montagne du Parc, Bruxelles.

Tarif publicitaire.

Pour un an :

bande d'envoi :	2000 fr.
1 page couverture :	2000 fr.
1 page intérieure :	1400 fr.
1/2 page intérieure :	800 fr.

Prix du numéro : 60 francs.

Abonnements annuels.

Pour le pays :	225 fr.
Pour les bibliothèques publiques et les librairies :	180 fr.
Pour l'étranger :	250 fr.

Les publications originales sont signées par les auteurs qui en assument l'entière et exclusive responsabilité.

Les « Annales de Gembloux » acceptent l'échange avec toutes les revues scientifiques traitant des matières agronomiques. Il sera rendu compte de tout ouvrage dont un exemplaire parviendra au Secrétaire de Rédaction.

ANNALES DE GEMBLOUX

59e Année. 2e Trimestre 1953. No 2.

Résultats des plus récentes recherches sur l'action de l'élément sodium et des éléments mineurs contenus dans le nitrate du Chili

par

R. Georlette,

Ingénieur Agronome Gx.,

Lauréat du concours des producteurs de nitrate de soude du Chili pour la période triennale 1950-1952.

I. — INTRODUCTION

Les progrès réalisés au cours de ces dernières années dans les domaines de la physiologie, de la pédologie et de la fertilisation d'une part, dans ceux de la genèse et de la diagnose des troubles végétaux ou animaux d'autre part, nous a incité à présenter quelques aspects récents de l'action des éléments mineurs contenus dans le nitrate de soude du Chili.

Le recours aux engrais synthétiques de plus en plus concentrés et raffinés, la réduction de la production du fumier de ferme et l'abandon des systèmes culturaux anciens sont responsables de l'extension des maladies de carence. Aussi, une campagne est-elle menée de nos jours pour le retour à l'emploi de fertilisants organiques naturels tels que le guano du Pérou, le nitrate de soude du Chili, les sels bruts de potasse, etc.

Environ 35 éléments dont plusieurs sont indispensables au développement normal des organismes vivants, ont été décelés dans les échantillons commerciaux de nitrate du Chili de provenance diverse. Dans cet exposé, nous envisageons surtout le rôle du sodium et des substances suivantes : magnésium, fer, iode, zinc, cuivre, manganèse, bore, molybdène, cobalt et arsenic.

Il se peut que l'aluminium joue aussi un rôle dans la nutrition des plantes et agisse sur la production des pigments. Les recherches entreprises à ce sujet en sont à leur début et nous n'avons pas cru devoir les mentionner. Dans l'état actuel de nos connaissances, le fluor, le sélénium, l'étain, le nickel et le titane ne paraissent pas avoir une action essentielle sur la biologie des végétaux et des animaux. Aussi, nous avons délibérément omis d'en parler. Par contre, des investigations récentes ont démontré que le rôle de certains oligoéléments était plus important qu'on ne l'admettait généralement.

Jusqu'à présent, l'examen des sols n'a guère aidé à déceler l'importance des carences en éléments mineurs. A cet égard, l'analyse des végétaux, l'analyse foliaire en particulier, s'est montrée beaucoup plus significative.

Nous avons rassemblé et commenté les *principales* publications parues depuis le début de 1949 jusqu'à fin 1951, sur le sodium et sur les éléments oligodynamiques dont la présence a été reconnue dans le nitrate du Chili.

En ce qui concerne les travaux sortis de presse antérieurement à juillet 1947, les lecteurs voudront bien se reporter à la 4e édition du volume I de « Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and animal nutrition », Chilean Nitrate Educational Bureau, 1.037 pages, 1948.

Pour la matière publiée de juillet 1947 à décembre 1950, ceux que la chose intéresse se référeront utilement au 2e volume, édité en 1951, de l'impressionnante compilation renseignée ci-dessus. Il comprend 1.222 résumés d'articles consacrés à 35 éléments mineurs et dus à 1.300 auteurs.

Parmi les travaux généraux publiés au cours de la période sous revue, il y a lieu de citer ceux de F. Gilbert (3) (*), de E. Klumpp (6), de G. Monier-Williams (8) et de W. Stiles (11). Il convient de mentionner aussi tout spécialement le symposium que présidèrent F. E. Bear et R. Coleman (2).

De 1949 à 1951, deux points surtout ont retenu l'attention des chercheurs : l'équilibre des éléments mineurs et l'interaction de ces éléments.

M. Eug. Gaspart, Directeur du service agronomique de la Société Commerciale des Nitrates du Chili, à Anvers, a eu l'obligeance de nous faire parvenir plusieurs publications relatives au sujet qui nous occupe. Qu'il veuille trouver ici l'expression de nos remerciements.

(*) Les chiffres placés entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique.

II. — LES ÉLÉMENTS MINEURS ET LA BIOLOGIE VÉGÉTALE

Des conceptions et des suggestions neuves sur le rôle des éléments mineurs dans la nutrition végétale apparaissent, entre autres, dans les publications générales de R. BLEDSOE (15), L. FLIPSE (19), E. J. HEWITT (21, 22), A. NIKITIN (30), W. PLANT (32), S. TROCME (35), O. VERONA (37, 38) et T. WALLACE (40).

Il y a lieu de citer aussi la remarquable mise au point (36) relatant le symposium organisé sur les oligoéléments sous les auspices de l'U.N.E.S.C.O., à la Station expérimentale de Rothamsted, les 5 et 6 novembre 1947.

Les travaux de G. BARBIER (13), J. BEATTIE (14), D. MULDER (27) et A. SCHRADER (33) sur les arbres fruitiers, ceux de E. M. CROWTHER (16) et de R. HULL (24) sur la Betterave sucrière, celui de T. WALLACE (39) sur le Lin et celui de M. FERRAND (18) sur le Palmier à huile sont féconds en renseignements pertinents.

SODIUM

G. BERTRAND (45, 46) a analysé des échantillons végétaux appartenant à quelque 450 espèces de dicotylédones et de monocotylédones. Sans aucune exception, le sodium existe en proportions dosables dans toutes les plantes sauvages et cultivées, et dans toutes leurs parties. Ce métal alcalin contribue au maintien de la pression osmotique du suc cellulaire et à la turgescence des tissus.

Au cours de recherches sur l'alimentation minérale du Pois, G. BARBIER et J. CHABANNES (44) ont observé que le sodium existe en fortes proportions dans les racines de cette Légumineuse. Ils ont élucidé ce mécanisme d'accumulation par descensum.

Nombreux sont les investigateurs qui se sont ingéniés, au cours de ces dernières années, à préciser le rôle du sodium dans la nutrition des végétaux. On s'accorde à reconnaître aujourd'hui à cet élément un rôle alimentaire direct. Il semble bien établi qu'il réduit les exigences en potassium, accroît l'assimilation de celui-ci et le remplace partiellement dans plusieurs de ses fonctions métaboliques. A doses infinitésimales, il agirait comme réactif dans certaines transformations chimiques.

Le sodium stimule grandement la croissance et le rendement de diverses plantes :

Betterave : L. AUDIDIER (43), J. GAROLA et R. CADIER (50), G. JORET et H. HIROUX (52), C. B. SAYRE et M. T. VITTUM (56), W. WIEDE (59) — Céleri : E. TRUOG (48) — Épinard : J. J. LEHR (53)

— Ray-grass : J. GAROLA et R. CADIER (50), G. JORET et H. HIROUX (52) — Canne à sucre : P. DE SORNAY (58) — Coton : H. P. COOPER (48), B. ARNOLD (48).

Pour la Betterave, le sodium est un élément nutritif approchant en importance le potassium. Il accroît le volume des racines. De plus, il améliore la couleur et la saveur des feuilles. Celles-ci se tiennent plus érigées, ce qui permet une récolte mécanique plus aisée.

En ce qui concerne les sols belges, il semble que l'apport gratuit de sodium par le truchement de certains engrais qui en renferment à titre accessoire, soit susceptible d'accroître la productivité de la Betterave sucrière sans nuire à la valeur industrielle des racines.

Mlles J. GAROLA et R. CADIER (50) ont observé une différence très nette dans le comportement du Ray-grass et de la Betterave vis-à-vis du sodium. Chez le Ray-grass, en présence de nitrate de soude, et lorsque la fumure ne renferme pas de sel de potasse, le sodium remplace le potassium ; puis, si l'on applique des doses croissantes de potasse, le potassium se substitue de plus en plus au sodium. Chez la Betterave, le potassium ne se substitue pas au sodium ; au contraire, l'apport de potasse exalte l'absorption du sodium.

A la suite d'essais réalisés, en sols limoneux, sur Ray-grass et sur Betterave rouge, JORET et HIROUX (52) sont arrivés aux conclusions suivantes :

a) En l'absence de potasse, le nitrate de soude est supérieur au nitrate de chaux ;

b) Le rôle efficace du sodium est nettement marqué en absence d'apport de potasse ; son action s'atténue avec l'apport de K_2O, et d'autant plus que cet apport est plus important.

Le Céleri ayant reçu des engrais contenant du sodium montre des feuilles plus crispées, d'un meilleur aspect commercial.

Chez la Pomme de terre, l'accroissement de rendement constaté serait dû plus à une absorption d'eau par suite de l'hydratation intense de l'ion Na, qu'à une augmentation de la matière sèche.

Signalons ici que l'excès de sodium peut entraîner divers cas de pathologie végétale : « blackheart » du Céleri,...

Dans le nitrate de soude, à côté de 5 kg d'azote, on trouve 8,370 kg de sodium. Selon C. B. SAYRE (56) et J. J. LEHR (54), cet engrais est la source la plus efficace de sodium. De son côté, F. E. BEAR (48) a mis en évidence la valeur du sodium contenu dans le nitrate du Chili dont l'application est surtout intéressante en régions humides.

MAGNÉSIUM

La déficience en magnésium se marque en premier lieu sur les feuilles inférieures des végétaux. Le bord du limbe jaunit. Les nervures restent vertes, mais des taches décolorées apparaissent entre elles.

La carence en magnésium soulève des problèmes complexes. Elle est souvent conditionnée par d'autres facteurs que le manque de cet élément dans le sol. Les effets se manifestent surtout en terrains *légers*. Les symptômes sont loin d'être aussi apparents en saisons sèches qu'en périodes humides.

Les troubles que provoque la carence qui nous préoccupe ici sont imputables à un déséquilibre entre les deux éléments calcium et magnésium. Les symptômes sont d'autant plus prononcés que les parcelles sont dépourvues de chaux (pH bas). L'excès de potasse peut empêcher les plantes d'absorber la magnésie.

Quand les affections constatées chez les plantes sont dues uniquement au manque de magnésium, l'application d'engrais contenant de la magnésie y met fin. Dans certains cas, l'incorporation d'amendements calcaires au sol s'impose. Dans d'autres cas, l'apport d'un engrais azoté, sous forme de nitrate, a des suites heureuses.

D. Mulder (70) a décrit les symptômes de la carence en magnésium chez certaines variétés de Pommier, de Poirier et de Cerisier. D. Boynton et T. W. Embleton (60), de même que J. Butijn (61) se sont attachés à l'étude des troubles constatés chez les arbres fruitiers consécutivement à une déficience en magnésium.

En 1951, J. K. Johannesson (65) a analysé une chlorose de la feuille de Tomate caractérisée par un contenu très bas en magnésium, alors que le sol était normalement pourvu de cet élément. Le rapport K_2O/MgO était plus élevé dans les feuilles chlorotiques que dans les feuilles saines.

L'influence du magnésium a été étudiée sur la Myrtille par D. S. Mikkelson et C. A. Doehlert (69), et sur le Houblon par F. C. Thompson, E. G. Cripps et A. H. Burgess (73).

D. Hinkle (63) a attiré l'attention sur le fait que le magnésium est le seul constituant métallique de la molécule de chlorophylle. L'absence de cet élément dans le sol cause une diminution de la teneur des feuilles en chlorophylle, xantophylle et carotène. Une perte de 20 p. c. de chlorophylle s'accompagne d'une diminution de 2 p. c. de xantophylle et de 1 p. c. de carotène.

Contrairement à ce qui se passe pour les plantes *annuelles*, les

tissus des plantes *vivaces* croissant sur des parcelles ayant reçu du magnésium ne montrent guère d'augmentation en cet élément.

A la Ferme expérimentale centrale d'Ottawa, E. T. Mc Evoy (67) a démontré que même des quantités modérées de magnésium sont toxiques pour le Tabac jaune, variété *Mammouth Blanc*. La fertilisation du Tabac au sulfate d'ammoniaque entraîne parfois des troubles analogues à ceux de la déficience magnésienne. C'est l'ammoniaque de cet engrais qui provoque ces symptômes de carence, et non pas le soufre, ainsi qu'on l'a souvent émis par erreur.

En ce qui concerne les mauvaises herbes, beaucoup d'entre elles, particulièrement celles appartenant aux familles des Borraginées et des Convolvulacées, se développent tout aussi vigoureusement sur les terrains dépourvus de magnésium que sur ceux qui sont riches en cet élément. Par ailleurs, d'autres mauvaises herbes, telles que *Portulaca oleracea* croissent abondamment quand le magnésium a été appliqué aux cultures qu'elles infestent, alors qu'elles sont rarissimes sur les sols n'en ayant pas reçu.

BORE

Les plantes contiennent de 2 à 2,2 p. p. m. de bore s'accumulant surtout dans les feuilles. Les dicotylédones en renferment généralement plus que les monocotylédones.

Au cours de la période sous revue, les recherches relatives à l'effet du bore sur les végétaux ont été approfondies. Afin d'éviter une nomenclature fastidieuse, nous prions les lecteurs de se reporter aux références bibliographiques renseignées *in fine*. Elles indiquent de manière explicite les noms des auteurs ainsi que ceux des plantes auxquelles ils ont voué leurs travaux. Nous ne retiendrons donc, ci-dessous, que quelques aspects particuliers de la question.

La déficience en bore entraîne une activité anormale du cambium. Le développement du bourgeon terminal des plantes s'arrête. Les feuilles se tordent d'une façon caractéristique. Un déséquilibre respiratoire se manifeste par l'oxydation des composés phénoliques et la formation de substances foncées typiques.

Depuis les recherches de A. Grobman (94), on sait que le bore est un stimulant de la croissance et un régulateur des processus métaboliques. Il intervient dans le métabolisme des protéines et semble essentiel à la formation des auxines.

A la suite d'expériences de laboratoire entreprises sur des échantillons de pollen prélevés sur des variétés autostériles et autofertiles d'arbres fruitiers de l'État de Washington, A. Thompson et L. Batjer (121) ont pu montrer que, dans tous les cas, le pourcentage

de germination des grains de pollen ainsi que la croissance du tube pollinique sont considérablement accrus lorsque le bore est présent dans le milieu de germination. Le bore joue un rôle important dans la genèse de la chlorophylle.

Il existe une corrélation nettement marquée entre les quantités de bore absorbées et la capacité d'assimilation des plantes pour l'azote. Lorsque le bore fait défaut, les nodosités des racines des Légumineuses sont beaucoup moins nombreuses. Selon J. V. JORDAN et G. R. ANDERSON (100), le bore accroît la fixation d'azote chez *Azotobacter chroococcum.*

Les travaux effectués au cours de ces dernières années — par J. H. VAN STUIVENBERG (122, 123) entre autres — ont confirmé qu'il existait une relation étroite entre l'apparition des symptômes de déficience en bore et de nombreux facteurs : teneur du sol en bore, humidité du terrain, sa réaction, son mode de fertilisation, etc... Les troubles de carence sont moins visibles lorsque les jours sont de courte durée. Les basses températures favorisent l'absorption du bore par les plantes.

Les investigations récentes ont tenté de mettre fin à la confusion qui existe entre la maladie du liège des fruits (« stip » des Hollandais, « bitter pit » des Anglais, « Stippigkeit » des Allemands) et une maladie d'extériorisation similaire (« cork ») due au manque de bore. Dans ce dernier cas, les fruits se déforment, l'épiderme se crevasse et se couvre de taches brun foncé ; la chair, souvent jusqu'au centre, est criblée de zones brunes irrégulièrement réparties.

Naguère encore, D. MULDER exprimait l'avis que le « bitter pit » aussi bien que l'« internal cork » étaient dus à une déficience en bore, le dernier trouble étant imputable à une carence précoce en cet élément, et le premier à un manque tardif.

Or, C. BOULD et J. TOLHURST (83) ont prouvé que les applications foliaires de bore sont sans effet sur le « bitter pit ». De leur côté, J. H. VAN STUIVENBERG et A. POUWER (123) ont souligné que les résultats d'applications de bore en vue de lutter contre le « stip » sont contradictoires. Sur le pommier *Notaris*, l'effet du bore varie avec l'époque de son apport. Les meilleurs résultats ont été enregistrés à la mi-juillet. Selon ces auteurs, le moment le plus adéquat de l'application de bore coïncide avec la période au cours de laquelle le pourcentage d'hormone de croissance dans les pépins est le plus bas. Les expériences, du reste, ont établi que le « bitter pit » peut être victorieusement combattu à l'aide de pulvérisations d'acide β-indole-acétique effectuées à la mi-juillet. Dès lors, il est plausible d'admettre que la maladie du liège des pommes soit en corrélation avec quelque trouble de nature phytohormonale.

Dans ses plus récentes publications, D. MULDER (107, 108)

incline à croire d'ailleurs que le « stip » des pommiers ne serait pas dû à un facteur unique, bien déterminé, mais résulterait d'un complexe de circonstances. Il n'est pas loin de penser que le « stip » serait plutôt imputable à des conditions culturales défectueuses qu'à la maladie de carence en bore.

Selon C. COLE (90), certaines manifestations du liège des poires seraient dues au manque de bore.

P. GOVINDAN (93) a constaté que, chez la Tomate, des applications bien dosées de bore produisaient des fruits plus volumineux et plus riches en vitamine C.

Le nitrate de soude du Chili contient environ 30 gr de bore pour 100 kg d'engrais cristallisé. Il a été établi — par LEHR notamment — que les quantités infimes de cet élément mineur fournies par les doses de nitrate communément employées, sont suffisantes pour empêcher l'apparition des symptômes de carence. Et comme l'iode associé au bore est plus efficace que le bore intervenant seul, on comprendra les heureux effets du nitrate de soude du Chili.

Si l'on se réfère aux nombreuses recherches réalisées aux États-Unis, spécialement en Floride et en Californie, — recherches qui ont été résumées par les auteurs néerlandais F. W. PIJLS et P. R. DEN DULK (111) — on peut dire que les effets toxiques d'un excès de bore ressemblent beaucoup aux symptômes de déficience en potassium.

F. PENMAN (110) a bien mis en lumière la nocivité des trop fortes quantités de bore chez les *Citrus* cultivés en Australie.

Parmi les plantes les plus sensibles à l'excès de bore, on trouve le Haricot, le Sarrasin, les céréales, le Citronnier, le Figuier et le Pommier.

Le bore, certaines années, entraîne une diminution de rendement chez la Betterave sucrière. Des anomalies apparaissent dans la coloration des feuilles. Les racines deviennent fibreuses et rendent malaisé le travail des sucreries.

La toxicité du bore, élément mobile dans le sol, paraît être sous la dépendance directe du régime pluviométrique pendant la période de croissance des plantes. Elle serait d'autant plus accusée que le rapport $\frac{Ca + Mg}{K}$ est plus élevé.

De tous les éléments mineurs, c'est sans doute pour le bore que la marge entre la déficience et la toxicité est la plus étroite.

MANGANÈSE

La teneur des plantes en manganèse varie avec l'espèce, avec le

groupe systématique et avec le type d'habitat. Contrairement à ce qui a lieu pour le bore, les Graminées s'avèrent plus riches en Mn que les Légumineuses.

En Grande-Bretagne, A. M. MAYER et E. GORHAM (249) ont effectué le dosage du manganèse et du fer chez 96 espèces de plantes. Les végétaux croissant à l'état spontané contiennent des quantités plus élevées de ces deux éléments que les plantes cultivées. Bien que certaines espèces paraissent prélever sélectivement le fer et le manganèse, les montants absolus de ces deux éléments peuvent varier dans de larges limites sans entraîner de troubles apparents chez les végétaux.

Selon F. C. GERRETSEN (144, 145), le manganèse intervient dans la formation de la chlorophylle et favorise les phénomènes de photosynthèse. Mais la principale fonction du manganèse serait d'activer l'oxydation des matériaux absorbés par les végétaux.

Depuis les travaux de H. MAC KEE (154), on s'accorde à reconnaître que le manganèse est un élément indispensable à l'assimilation des nitrates par les plantes.

O. J. BURGER et S. M. HAUGE (133) ont montré le rôle du manganèse dans la teneur en carotène, en vitamines, en protéines et en tocophérol du Froment, de l'Avoine, du Maïs et du Soja.

La maladie des « taches sèches » des céréales qui apparaît fréquemment dans les sols tourbeux, est provoquée indirectement par la carence en manganèse. En effet, en sol neutre ou faiblement alcalin, la solubilité et l'assimilabilité du Mn sont réduites. La solubilité du manganèse augmente et la maladie des « taches sèches » disparaît si on élève le pH du sol à l'aide d'une application de chaux ou d'une forte fumure potassique.

La déficience en Mn se manifeste chez l'Avoine par le flétrissement des premiers entre-nœuds. F. C. GERRETSEN (144), à la suite de ses expériences sur cette céréale, est arrivé à déduire que le manganèse prévient l'accumulation des nitrates et accroît la résistance de l'Avoine au froid.

Y. COÏC et M. COPPENET (136, 138) ont établi qu'il existe une période critique pendant laquelle l'Avoine éprouve un fort besoin en manganèse. En sols carencés en cet élément, l'Avoine montre, à ce moment, des symptômes graves. Ensuite, si elle n'a pas trop souffert, elle « repart » : tout se passe dès lors comme si elle s'approvisionnait mieux en manganèse.

J. M. THURSTON (168) a observé les effets de la déficience en manganèse chez deux avoines sauvages, *Avena fatua* et *A. ludoviciana*, et chez deux avoines cultivées. En ce qui concerne la perte en matière sèche totale, c'est *A. fatua* qui est la moins susceptible à la déficience. Au contraire, *A. ludoviciana* est la plus sensible.

Les avoines sauvages carencées en manganèse ne montrent, par rapport aux variétés cultivées, qu'une légère réduction du nombre de graines formées ; mais, considérées individuellement, ces graines sont moins volumineuses et leur contenu en manganèse est réduit. THURSTON a aussi noté que la déficience en Mn réduit le pourcentage des grains viables chez *A. fatua* et *A. ludoviciana.*

Coïc et Coppenet (137) ont soutenu l'opinion que l'Orge d'hiver (escourgeon) et l'Orge distique de printemps se distinguent aisément au point de vue des symptômes foliaires que cause la carence en manganèse. Pour toutes les céréales sensibles à cette carence, il existe une période de végétation très difficile : celle où la plantule a 4 ou 5 feuilles. Chez les orges carencées, les auteurs ont enregistré une diminution de la teneur en manganèse et de la matière sèche et une augmentation des cendres. Si le rendement de l'Orge est réduit par la déficience en manganèse, il l'est toutefois moins que celui de l'Avoine.

Bien que le nombre de sols qui accusent une déficience en manganèse échangeable augmente dans les régions betteravières belges, cette carence ne semble guère revêtir jusqu'ici un caractère grave. Toutefois, M. SIMON (164) a attribué au manque de manganèse certains symptômes qui apparaissent peu de temps après le démariage, sur des plantules de Betterave croissant en terres très alcalines et bien pourvues de matières organiques. Les feuilles atteintes présentent entre les nervures des taches plus ou moins arrondies dont la coloration jaune-verdâtre est caractéristique. Les pétioles des feuilles extérieures croissent verticalement. Le bord des limbes s'enroule et la feuille prend l'aspect d'une cuillère. Après quelque temps, de petites taches blanches apparaissent dans les premières taches vert clair. Le tissu qu'elles recouvrent brunit, se dessèche et crible les limbes de trous plus ou moins importants.

Les carences en manganèse semblent relativement fréquentes dans les orangeraies algériennes. L. BLONDEL et J. CASSIN (129) ont étudié, à la Station de Boufarik, l'effet de ces carences sur les agrumes. Tous les *Citrus* n'ont pas la même sensibilité au manque de Mn. Ce sont les Clémentiniers et les Mandariniers qui en souffrent le plus. Viennent ensuite : les Citronniers, les Orangers et les « Pomelos ».

C. G. WOODBRIDGE et H. R. MC LARTY (172) ont étudié les symptômes engendrés par la déficience en maganèse sur des Pêchers *Alberta* et sur des Pommiers *Mc Intosh, Newtown* et *Delicious* dans le territoire de l'Okanagan, en Colombie britannique. Alors que la teneur moyenne en manganèse des feuilles normales de Pêcher était de 40,9 p. p. m., celle des feuilles atteintes était de 9,3 p. p. m. Pour le Pommier, les chiffres correspondants étaient respec-

tivement, 86,8 et 10, 8p. p. m. Ces résultats ont été corroborés par ceux de D. Boynton et de ses collaborateurs (131) qui ont analysé des cas de chlorose interveinaire attribuable au manque de manganèse sur des feuilles d'arbres fruitiers de l'État de New-York.

Bien qu'il renferme du manganèse, il n'est pas venu à notre connaissance qu'on ait essayé jusqu'ici — ainsi que Gericke le fit pour les scories basiques — le nitrate de soude du Chili comme remède à la déficience en manganèse.

Des doses excessives de manganèse provoquent chez les plantes des phénomènes de toxicité.

Chez la Pomme de terre, la croissance s'arrête et la chlorose apparaît.

Le bouquet foliaire de la Betterave vire au vert pâle uniforme ; mais, contrairement à ce qui a lieu pour la déficience, on ne décèle pas la présence de taches décolorées entre les nervures des limbes.

H. H. Thornberry (167) a décrit une « nécrose du liber » (dénomination provisoire) qui affecte les jeunes tiges et les branches du Pêcher du sud de l'Illinois. L'excès de manganèse serait à l'origine de la maladie. D'abord localisées sous l'épiderme, les lésions s'étendent et finissent par entourer complètement les branches. Le fendillement de l'écorce et l'exsudation de gommes accompagnent les zones nécrotiques.

MOLYBDÈNE

Subjugués par le rôle toxique qu'exerce le molybdène chez les animaux, les chercheurs ont longtemps négligé d'étudier les effets de cet élément sur les plantes. Mais, au cours de la période sous revue, ils ont pu établir que le molybdène était essentiel à la croissance normale de bon nombre de végétaux. Ils ont aussi élucidé les conditions particulières d'ambiance et de nutrition qui en assurent l'efficacité ou la toxicité.

Le molybdène est nécessaire à la croissance de l'*Aspergillus niger*. Il favorise l'action des *Azotobacter* et, d'une manière générale, il est indispensable à la fixation de l'azote chez les Légumineuses.

Les expériences de E. G. Mulder (190, 191) tendent à faire admettre que le molybdène intervient obligatoirement dans la réduction des nitrates chez les plantes supérieures non-Légumineuses (Tomate, Avoine, Orge, etc.) et que cet élément est le régulateur de l'assimilation physiologique du fer chez les plantes.

A. P. Vanselow et N. P. Datta (196) ont mis en évidence que si les boutures d'Agrumes enracinées sont totalement privées de Mo, des taches et une nécrose des feuilles se font jour, que l'addition d'autres éléments ne peut faire disparaître.

On a parfois attribué à la carence en molybdène la maladie du Chou-fleur connue sous le nom de « whiptail ». Depuis les travaux de J. O. Jones et W. Dermott (189), on n'est pas sûr qu'elle ne soit plutôt imputable à des erreurs culturales.

Le molybdène favorise la croissance de la Pomme de terre. Il semble que le fait de tremper les tubercules dans une solution très diluée de cet élément pendant 10 minutes leur permette d'absorber une quantité suffisante de Mo pour satisfaire les besoins des plantes jusqu'à leur maturité.

E. J. Waring (197) a décrit les symptômes de déficience molybdique qui affectent le Chou-fleur, le Chou broccoli, le Chou de Bruxelles et le Navet, particulièrement en sols acides. Le bord des jeunes feuilles est brûlé et des bigarrures apparaissent sur les limbes qui se réduisent. Certains choux présentent un « cœur » multiple.

Mme K. Warington (198), de la Rothamsted Experiment Station, a pu établir que les exigences en molybdène varient considérablement avec les différentes espèces et qu'elles sont aussi influencées par le taux de croissance. Après plusieurs années d'un travail expérimental, rigoureux et précis, et nonobstant certaines expériences négatives, elle est arrivée à la conclusion que le molybdène joue un rôle important dans le maintien de la santé de la Laitue variétés *Cheshunt Early Giant* et *Tom Thumb*, et du Trèfle rouge, variétés *Garton's Early English* et *Aberystwyth S151*.

Mme Warington a cultivé la Laitue et le Trèfle rouge dans deux types de solutions nutritives, en faisant varier la teneur en calcium, le pH et la teneur en azote. Dans chaque cas, elle a observé la réponse au molybdène. L'exigence en calcium était plus forte dans les solutions de pH 4,4 que dans celles de pH 6,3, mais la quantité de calcium fournie n'affectait en rien la réponse de la plante au Mo. A l'exception possible d'une solution à pH 8,3, le besoin en molybdène n'était pas affecté par la réaction du milieu. Quand l'azote était déficient, la Laitue montrait une riposte plus lente au molybdène que lorsque l'azote était abondant. Avec le Trèfle, qu'il ait été inoculé ou non, c'était l'inverse qui se produisait.

C. M. Donald et D. Spencer (179) ont comparé les effets du trempage préliminaire des graines de Trèfle souterrain dans une solution de molybdate de sodium avec ceux de l'application directe de ce produit à la terre. Le trempage préalable dans des solutions dont les concentrations varient de 0,1 % à 1 % était pleinement efficace pour assurer la croissance normale de la Légumineuse. Aux applications courantes de molybdate, les traitements du sol et de la graine étaient également efficaces. En ce qui concerne l'emploi de fortes doses en vue d'obtenir le maximum de rendement,

le trempage préalable aboutissait à une teneur plus élevée de la récolte en molybdène que ne le permettait l'incorporation au sol. A tous les niveaux d'application, le pré-trempage entraînait une teneur en azote plus élevée que celle résultant de l'application directe du molybdate au sol.

P. R. Stout et W. R. Meagher (195) ont suivi les phases de l'absorption du molybdène par les végétaux.

CUIVRE

Le cuivre intervient dans les fonctions de reproduction des plantes. Présent dans le pollen, il s'accumule dans les ovaires après la fécondation.

Il se concentre dans les graines.

Il exerce une action catalytique dans les tissus des végétaux. Il joue un rôle dans la photosynthèse et dans la formation de la chlorophylle.

Tant chez les végétaux que chez les animaux, le cuivre contribue à la synthèse de la vitamine A et du complexe vitaminique B.

Dans des essais en serre, l'application de cuivre à des sols humifères a augmenté le contenu en acide ascorbique des tissus de l'Orge, de l'Avoine et de l'Épinard d'arrière-saison ; par contre, elle n'a pas affecté le contenu en acide ascorbique chez l'Épinard cultivé au printemps et chez la Tomate. En pleine terre, la teneur en acide ascorbique de l'Oignon, de l'Épinard et du Froment n'a pas été modifiée par l'apport de cuivre.

L'application du Cu a accru le contenu en carotène des plantes suivantes cultivées en serre : Froment, Orge, Avoine, Épinard, Carotte.

La teneur en protéines des plantes déficientes en cuivre a été trouvée anormalement élevée. Cela semble indiquer que le cuivre n'intervient pas dans la formation des protéines.

A. F. Adams (201), du « Canterbury Agricultural College », à Lincoln, Nouvelle-Zélande, a supputé les effets de la carence en Cu sur divers légumes, particulièrement sur l'Oignon, cultivés sur des sols acides tourbeux. Des symptômes morbides apparaissent : le feuillage se décolore et le bouquet foliaire se fane prématurément.

Selon des expériences réalisées dans l'Ouest de l'Australie par R. C. Rossiter (212), l'application de cuivre, de zinc et de potassium accroîtrait la récolte chez le Trèfle souterrain, race *Dwalganup*. Contrairement à ce qui se passe pour la déficience en potassium, les effets des carences en cuivre et en zinc tendent à s'atténuer à partir du stade de la floraison du Trèfle.

Les travaux de C. Bould (203), W. Harris (206), J. O. Jones (207) et A. Muskett (210) sont féconds en renseignements pertinents sur les effets qu'entraîne la carence en cuivre chez les arbres fruitiers.

G. J. Schipdam et W. P. Vlasveld (213) ont rapporté les résultats des investigations qu'ils ont faites sur les effets du manque de cuivre affectant des Pommiers et des Poiriers croissant dans les provinces hollandaises de la Drente et du Brabant. Chez le Pommier, des troubles se font jour surtout sur les variétés commerciales suivantes : *Belle de Boskoop, Manks Codlin, Groninger Kroon, Jonathan, Notarisappel* et *Transparente Jaune.* La teneur en cuivre des feuilles atteintes est d'environ la moitié de celle des feuilles saines. Le manque de cuivre est probablement le principal facteur des échecs de la production fruitière dans les régions sablonneuses ou tourbeuses du Nord de la Hollande.

En quantités exagérées, le cuivre devient toxique pour les plantes.

D'après des recherches entreprises au Canada, il ne serait pas recommandable d'additionner du cuivre aux engrais destinés au Tabac à cigare.

ZINC

Tous les tissus vivants renferment du zinc. Les graines des céréales et des Légumineuses en contiennent proportionnellement beaucoup.

Les plantes les plus riches en chlorophylle sont celles qui renferment le plus de zinc. Le fait que cet élément s'accumule dans les bourgeons destinés à produire des organes verts et dans les cellules palissadiques des feuilles vertes, indique qu'il est intimement lié au potentiel d'oxydo-réduction de la cellule.

Le zinc est l'agent actif d'un système enzymatique assurant le transfert de l'hydrogène au niveau des chloroplastes. A l'Université de Californie, F. D. Mac Dowall (230) a fourni la preuve expérimentale qu'un enzyme mettant le zinc en œuvre entre en jeu au cours de la photosynthèse.

Dans les feuilles vertes normalement pourvues de zinc, les composés phénoliques sont stabilisés par le fonctionnement des systèmes transporteurs d'hydrogène. Lorsque la carence de zinc sévit, le transfert d'H ne se fait pas régulièrement et les composés phénoliques se transforment en quinones dont l'accumulation produit des effets toxiques chez les plantes.

Selon C. Tsui (235), le zinc ne jouerait aucun rôle direct dans les phénomènes respiratoires des plantes supérieures.

Au cours de la période sous revue, plusieurs auteurs parmi lesquels C. Bould (215, 216), C. R. Brough (217), J. Chabannes (220,

221), B. G. Coombe (224), H. G. Delmas (225), D. Mulder (231, 232) et G. C. Wade (238), ont établi que le zinc était essentiel à la croissance normale des arbres fruitiers. Le Pommier, le Poirier, le Cerisier, le Noyer, les *Citrus* et la Vigne sont sensibles aux carences en zinc.

A la suite du manque de zinc, les dimensions des feuilles diminuent (« little leaf disease »). Le bord des limbes ondule et des taches jaunes éparses apparaissent.

Par suite du raccourcissement des entre-nœuds, les pétioles semblent partir d'un même point, au lieu d'être régulièrement distribués. On a affaire alors à la maladie de la « rosette » des arbres fruitiers. La récolte est réduite, mais les fruits eux-mêmes ne montrent aucun symptôme extérieur caractéristique. Par ailleurs, la « rosette » ne serait pas due uniquement à un manque de zinc : certains facteurs biologiques du sol agiraient conjointement.

Dans les vergers atteints, les arbres greffés sur francs et ceux qui sont bien pourvus en eau, paraissent mieux résister aux troubles liés aux carences zinciques.

Certains auteurs ont aussi étudié la distribution et le rôle du zinc chez les plantes suivantes : Avoine : E. J. Hewitt (228), J. G. Wood (240) ; Maïs : F. G. Viets (237) ; Trèfle : T. C. Dunne (226), E. J. Hewitt (228), D. S. Riceman (234) ; Haricot : F. G. Viets (237) ; Pomme de terre : W. G. Hoyman (229) ; Tomate : E. J. Hewitt (228).

FER

Peu de choses nouvelles ont été publiées sur l'action du fer au cours des années 1949 à 1951.

Le développement des plantes supérieures, des moisissures et des bactéries est impossible dans un milieu exempt de fer. La fonction essentielle de cet élément dans le métabolisme végétal est d'assurer la photosynthèse.

La carence en fer affecte surtout les arbres fruitiers. Elle se manifeste par le jaunissement et la mort des feuilles.

Selon H. G. Delmas et R. Bernhard (225), il est possible que de très nombreux cas de chlorose ferrique observés chez les Pêchers du sud-ouest et du midi de la France, soient souvent liés à une carence en zinc plus ou moins grave.

C. P. Sideris et H. Y. Young (252) ont étudié l'effet du fer et du manganèse sur la croissance et la composition chimique de l'Ananas.

D. Mesa-Bernal (250) a montré l'importance du fer en physiologie végétale, en particulier en matière de fixation symbiotique

d'azote. Il a décrit les effets de l'application de divers sels de fer aux *Citrus*, à l'Ananas et à d'autres essences fruitières.

Se référant aux résultats de ses expériences sur la Pomme de terre, E. W. JONES (247) a affirmé que les symptômes visuels traduisant la déficience conjointe en fer et en potassium faisaient présumer qu'il existait en même temps une carence en calcium. L'addition de carbonate de calcium, sans altérer le type des symptômes observés, en modifiait la sévérité ou le seuil d'apparition. Des doses croissantes de fer et de potassium augmentaient la teneur en chlorophylle des feuilles de cette Solanée, tandis que le carbonate de calcium faisait décroître cette teneur.

Les doses élevées de sulfate de fer sont toxiques pour plusieurs plantes. Cette constatation est à la base de certains traitements herbicides.

IODE

Il est possible d'accroître dans une large mesure la richesse des plantes en iode, sans inconvénients pour leur développement et au grand bénéfice de l'homme et des animaux. On a observé que des applications modérées de nitrate de soude du Chili augmentaient de plus de seize fois la teneur en iode du Trèfle rouge.

W. A. BLACK (254) a constaté que la teneur en iode des Algues *Fucus serratus*, *F. vesiculosus*, *F. spiralis* et *Pelvetia canaliculata*, récoltées sur les côtes d'Écosse, ne variait que légèrement avec les saisons. Le contenu en iode de ces algues marines est sensiblement inférieur à celui de *Laminaria* étudiées antérieurement par l'auteur.

Après avoir plongé des boutures de *Coleus*, pendant 24 heures, dans des solutions contenant 5 à 250 p. p. m. d'acide triiodobenzoïque, W. SNYDER (261) a observé l'inhibition de l'enracinement. Mais une pâte de lanoline à 2 p. c. d'acide triiodobenzoïque stimulait le développement des bourgeons axillaires chez le Haricot Kidney et le Troène de Californie.

Se fondant sur l'examen de 28 composés iodés, I. MUIRHEAD (259) a souligné que certains, tels que le tetraiodoéthylène et le diiodoacéthylène, possédaient une haute activité fongicide à l'égard de *Botrytis allii*.

ARSENIC

Appréciant les résultats des essais qu'ils ont effectués sur Orge, sur Seigle, ainsi que sur divers fruits et légumes, P. BOISCHOT et M[lle] TYSZKIEWICZ (263) sont arrivés à la conclusion que la teneur des tissus végétaux en arsenic ne dépassait jamais la dose que les hygiénistes considèrent comme inoffensive. Elle représentait une

quantité d'arsenic inférieure à 1 mgr par kg de matière fraîche. La plante n'absorbe qu'environ 0,05 % de la quantité d'arsenic mise à sa disposition. Les auteurs précités ont établi que l'arsenic n'est nocif à la vie végétale que pour des doses de l'ordre de 3 à 500 kg/ha. Cette nocuité diminue beaucoup avec le temps, à la suite de l'absorption de As_2O_5 par l'argile et le calcaire des sols. Par ailleurs, l'action retardatrice de l'arsenic sur la végétation se manifeste à partir de la dose de 400 kilos à l'hectare.

Toutefois, A. H. Thompson et L. P. Batjer (265) ont rapporté les symptômes fâcheux qu'occasionnait l'arsenic dans de vieux vergers de Pêchers. Comme correctifs, ils préconisent de doubler la dose d'azote et d'utiliser, concurremment, du sulfate de zinc qui paraît augmenter la tolérance des Pêchers vis-à-vis de l'arsenic.

Chaque année, les agriculteurs utilisent l'arsenic en quantités importantes pour la défense de leurs cultures. D'après les observations de A. Barret et P. Bidan (262), il faut atteindre de fortes concentrations en arsenic métalloïde pour constater un effet nocif sur l'activité des microorganismes du sol. Tous les germes n'ont pas la même sensibilité vis-à-vis de l'arsenic. C'est une race de *Cladosporium* qui s'est révélée la moins sensible.

III. — LES ÉLÉMENTS MINEURS ET LA BIOLOGIE ANIMALE

Il semble qu'au cours des années sous revue le rôle des éléments mineurs en matière de biologie animale ait été moins étudié que celui de ces éléments en biologie végétale. Toutefois, les questions liées à l'iode, au cuivre, au cobalt et au magnésium ont donné lieu à des travaux importants.

La notion d'équilibre minéral s'avère fondamentale dans le maintien de la santé des animaux. On s'en rendra compte à la lecture des publications de J. R. Haag (270) et H. H. Mitchell (274).

Dans un livre (268) qui frappe par l'abondance et la diversité des observations rapportées, J. Favier a très bien illustré cette thèse : le développement et le fonctionnement d'un organisme animal, ainsi que sa résistance aux conditions adverses et aux causes morbides, dépendent essentiellement du nombre et de l'importance réciproque des sels minéraux mis à sa disposition. Cet auteur a aussi souligné l'interdépendance étroite dans laquelle se trouvent les animaux, les plantes et les sols.

IODE

Des expériences rigoureuses ont confirmé l'importance de l'iode dans la nutrition animale.

Cet élément :

a) assure le développement physique normal de l'animal et favorise la formation des os ;

b) exerce une influence heureuse sur l'état de la peau, ainsi que sur le développement de la laine, du poil et des plumes ;

c) permet la bonne assimilation d'autres éléments importants, tels que l'azote, le calcium, le phosphore et le fer ;

d) régularise les fonctions de reproduction et engendre la résistance aux maladies infectieuses en général.

Les résultats d'investigations menées dans plusieurs pays et rassemblées par A. BUYDENS (278) ont mis en évidence la relation inverse constatée entre la fréquence du goitre et la teneur en iode du sol, des aliments et de l'eau de boisson. Toutefois, à côté de la déficience en iode, existeraient d'autres facteurs goitrigènes (arsenic, fluor, calcium). Une teneur en iode qui, dans une eau douce est suffisante pour prévenir le goitre, peut très bien être insuffisante si l'eau est dure.

Ch. PERRAULT et Fr. KIRSCH ont apporté une contribution importante (280) au problème complexe de la genèse des goitres endémiques.Si certains de ceux-ci peuvent avoir pour origine la carence iodée du sol et des aliments, d'autres ne peuvent s'expliquer par la théorie de la déficience en iode.

L'addition régulière à la ration de quelques centigrammes d'iode sous forme, par exemple, d'iodure de potassium ou de sel iodé, a diminué sérieusement les cas de mortalité, de stérilité, d'avortement et de maladies chez les bovidés et les porcs. Elle a augmenté la ponte des poules dans des proportions importantes et elle a fortement réduit la mortalité en coquille.

L'iode activant le métabolisme du calcium, la lutte préventive ou curative contre les maladies des os par addition de suppléments minéraux doit être complétée par l'adjonction d'iode. Cet élément aide à l'amélioration du bilan calcique aussi bien dans la lactation que dans la croissance.

J. ROCHE (281) a souligné l'intérêt de l'emploi, chez les animaux domestiques, des protéines iodées comme agents galactogènes.

La culture intensive aux engrais chimiques synthétiques rend fréquente la carence en iode. Le nitrate de soude du Chili renferme, en moyenne, 0,02 p. c. d'iode. Fournir ce dernier élément aux bestiaux par le truchement du nitrate est certainement le procédé le plus efficace pour prévenir les conséquences graves de la carence iodée.

CUIVRE

Le cuivre prévient l'anémie et la diarrhée constatées chez le bétail paissant les herbages trop pauvres en cet élément.

La maladie du « léchage » qui affecte les animaux nourris avec du foin récolté sur certains sols bas de marais, a été attribuée au manque de cuivre. Les animaux atteints recouvrent la santé lorsque de petites quantités de sulfate de cuivre sont ajoutées à leur ration. Mais la prudence s'impose dans cette voie : les sels de cuivre étant nocifs, on ne peut les faire ingérer que selon les directives d'un vétérinaire.

Plusieurs auteurs dont H. J. LEE (298) ont montré que les moutons qui ne disposent pas d'une quantité suffisante de cuivre produisent beaucoup moins de laine que ceux qui en sont bien pourvus. La qualité des brins de laine est aussi inférieure. Le cuivre est également essentiel au développement normal des nerfs de la colonne vertébrale et à la formation des globules rouges du sang.

W. D. MC EBROY et B. GLASS (290) ont publié le compte rendu des rapports présentés aux journées d'études que l'Université John Hopkins a organisées en juin 1950. Ces journées étaient consacrées au métabolisme du cuivre et aux corrélations existant, quant à cet élément, entre l'animal, le végétal et le sol.

COBALT

Quand leur ration est déficiente en cobalt, les animaux perdent graduellement l'appétit. Ils maigrissent, s'anémient et présentent une peau dure. Toutefois, aucun symptôme vraiment caractéristique ne décèle les troubles de nutrition dus au manque de cobalt.

Le cobalt est un des constituants de la molécule de vitamine B_{12}. W. JAFFE (297) a étudié, pendant trois années, l'influence de cet élément sur la reproduction de 1.000 souris et rats recevant des régimes strictement végétariens, c'est-à-dire dépourvus de vitamine B_{12}. L'expérimentateur a enregistré un accroissement sensible de la mortalité des portées chez les animaux qui ont été privés d'un supplément de chlorure de cobalt. L'injection de ce sel aux mères gestantes est restée sans effet ; seul, l'apport de cobalt par l'intermédiaire de l'eau de boisson a été suivi d'une réduction de la mortalité des portées.

Selon H. VAN LAER (301), le facteur anti-anémique B_{12}, complexe organique coordonné autour de l'atome de cobalt, serait l'élément principal expliquant le pouvoir de croissance que possède le foie

introduit dans l'alimentation de nombreux animaux. La vitamine B_{12} jouerait un rôle dans le métabolisme des acides aminés.

O. Svanberg et P. Ekman (300) ont attribué certaines maladies du bétail qui sévissaient en Scandinavie, au manque de cobalt dans les fourrages. Il semble qu'un minimum de 0,07 mgr de cobalt par kg doive se trouver dans le foin destiné aux moutons et de 0,04 mgr dans celui réservé aux vaches. Mais, contrairement à ce qui a été signalé dans d'autres pays, des bovins suédois alimentés à l'aide d'un foin à faible teneur en cobalt (0,03 p.p.m.) n'ont nullement souffert d'une déficience en cet élément.

Chez le mouton, la teneur en Co de la population microbienne du rumen est en relation avec celle des aliments. Le fait que le cobalt doit être ajouté à la ration des animaux, et non injecté dans le courant sanguin, avait incité divers auteurs à croire que ce n'était pas le ruminant lui-même qui utilisait cet élément, mais uniquement les micro-organismes du rumen. Cette hypothèse semblait d'autant plus plausible que des chevaux paissant les mêmes pâtures déficientes en colbalt que le bétail et les moutons, ne souffraient nullement de cette carence. On en avait conclu que le cobalt était indispensable aux polygastriques, mais que les animaux à estomac unique, le porc par exemple, n'utilisaient pas le cobalt. Or, cette conception s'est avérée fausse à la suite des expériences entreprises à la North Dakota Agricultural Experiment Station par W. E. Dinusson, E. W. Klosterman et consorts (296), expériences qui ont démontré que l'addition de faibles quantités de cobalt accentuait le taux d'accroissement des porcs.

L'administration intraveineuse de sels de cobalt donnerait des résultats intéressants dans la lutte contre la tétanie d'herbage. Il se pourrait donc que la cause de la tétanie soit à rechercher dans une insuffisance de cobalt.

Le cobalt paraît augmenter aussi la production laitière.

Cet élément joue un rôle dans la genèse des hématies.

K. Beeson (294) qui a analysé 195 publications ayant trait au cobalt, a établi que le besoin minimum journalier pour les ovins (croissance et entretien) est d'environ 0,1 mgr de cobalt, ce qui correspond à un fourrage contenant au moins 0,07 p. p. m. de cobalt dans la matière sèche.

La maladie « des buissons » dont souffrent les moutons et le bétail de la Nouvelle-Zélande, est attribuée à une déficience des herbages en cobalt, déficience qui est une conséquence directe du manque de cobalt dans les sols.

Il y a lieu de signaler que le cobalt n'a d'action que sous forme organique : les injections sous forme minérales sont absolument inopérantes.

MAGNÉSIUM

Un des faits saillants de la période triennale sous revue a été l'étude détaillée du magnésium en tant qu'élément de constitution et qu'agent catalytique. FAVIER (268) a souligné que la carence magnésienne est plus répandue qu'on le croit communément. Ses répercussions sur la santé des animaux sont profondes et extrêmement diverses.

Si, selon A. CHENG et ses collaborateurs (303), la présence de calcium et du magnésium dans le régime alimentaire n'altère pas le coefficient de digestibilité des triglycérides à bas point de fusion, elle abaisse fortement celui des triglycérides à point de fusion élevé et des graisses hydrogénées. Par ailleurs, l'absence de calcium et de magnésium accroît la fraction graisses neutres-acides gras aux dépens de la partie saponifiée.

R. J. GARNER (304) a montré l'importance du magnésium dans la nutrition des ruminants. Le sang des bovins contient normalement 16 mgr de magnésium par litre.

On ne connaît pas exactement les besoins des vaches en magnésium ; mais des auteurs néerlandais ont cité les chiffres de 0,25 à 0,32 p. c. de magnésium de matière sèche des aliments.

Cet élément est nécessaire à l'action de différents enzymes. Il a trouvé une place de choix en thérapeutique.

MANGANÈSE

Le manganèse est présent dans les tissus animaux. Son importance n'est pas encore complètement élucidée. R. H. GRUMMER (306) et ses collaborateurs ont souligné toutefois le rôle non négligeable que le manganèse joue dans la croissance, la reproduction et la lactation chez le porc.

Le manganèse interviendrait dans la formation de l'hémoglobine et dans le développement normal du squelette. Il serait indispensable à l'ovulation et au développement du fœtus. Avec le cuivre et le fer, il entre dans la composition de certains enzymes.

Le manque de cet élément peut provoquer une faiblesse des tendons chez les poulets en croissance.

R. M. HILL et D. E. HOLTKAMP (307, 308) ont montré que la déficience en Mn entraînait chez le rat de l'ataxie ainsi que la perte de l'équilibre.

SODIUM

La chair des animaux est plus riche en Na que les tissus des

végétaux. Cet élément est présent en fortes proportions, surtout à l'état de chlorure, dans le sang et les humeurs.

Les herbivores ont un plus grand besoin de sodium que les carnivores. Les bovidés en exigent plus que les chevaux et les porcs.

Des essais de R. R. GRUNERT et P. H. PHILLIPS (309), il appert que le sodium prévient le diabète chez le rat.

FER

Le fer est indispensable à l'organisme animal. L'anémie dite « de nutrition » qui frappe parfois les jeunes est due à une déficience en cet élément.

Le fer entre dans la constitution de toute une série de substances fonctionnelles (hémoglobine, catalase, cytochrome, etc.).

La teneur en fer du lait de vache n'est pas affectée par une augmentation de cet élément dans la ration alimentaire des animaux.

MOLYBDÈNE

Le molybdène est responsable de cas d'intoxication observés chez les bovins. La diarrhée apparaît, qui peut être combattue par l'administration de cuivre.

Le molybdène abaisse la teneur en cuivre du sang et du foie. Il exerce donc peut-être une influence sur l'assimilation du cuivre par les animaux.

ZINC

Chez l'homme, il existe une relation entre la présence de zinc et les fonctions de l'insuline. L'injection de quantités infimes de zinc en même temps que l'insuline accroît l'action de celle-ci.

Le zinc est essentiel à la croissance et entre dans la composition de divers enzymes (anhydrase carbonique, par exemple).

BORE

Les tissus animaux renferment moins de bore que les tissus végétaux. La présence de cet élément y est toutefois nécessaire et normale. Ce sont les animaux marins qui en renferment les plus fortes proportions.

En ce qui concerne le fonctionnement régulier de l'organisme humain ou animal, on a de bonnes raisons de croire que le bore est indispensable à l'utilisation des vitamines ingérées.

IV. — LES ÉLÉMENTS MINEURS ET LE SOL

Nous réunissons, dans ce court chapitre, les notions essentielles acquises au cours de la période sous revue en ce qui concerne les rapports des éléments mineurs avec le sol.

L'introduction de sodium dans les complexes du sol fait passer brusquement de l'acide phosphorique en solution par modification de l'équilibre des phosphates du sol. Le nitrate de soude solubilisé notablement plus de P_2O_5 que le nitrate de chaux. J. HEBERT (316) a émis l'avis que, pour un grand nombre de sols français justement pourvus en P_2O_5 assimilable — de 0,20 à 0,30 p. mille —, l'apport de nitrate de soude favorisait la nutrition phosphatée au printemps.

SODIUM

Plusieurs auteurs ont montré les inconvénients du sodium, à doses élevées, dans les terres lourdes. L'excès de sels sodiques provoque le « glaçage » du sol et désagrège les édifices grumeleux. D'où les inconvénients qui en résultent, entre autres pour les terres à betteraves : après une pluie copieuse, il se forme, à la surface, de la boue qui sèche, durcit et entrave la germination des glomérules de betteraves.

Étudiant l'action du sodium sur l'argile, les chercheurs du Centre National de la Recherche Agronomique de Versailles ont montré que si les sels de soude et de magnésie peuvent entraîner l'imperméabilité des sols, les sels de potassium au contraire, appliqués aux terres imperméables, corrigent ce défaut.

Certains expérimentateurs ont tenté de prouver que la structure dégradée apparaît seulement après l'emploi de doses élevées et répétées d'engrais sodiques. Cela semble vrai si l'on considère que le sodium n'est que partiellement retenu par le sol, qu'il est facilement déplacé et que certaines récoltes, la Betterave sucrière par exemple, en prélèvent sélectivement des quantités importantes.

N. CASSIDY (317) et V. MORANI (319) ont consacré, respectivement, des publications importantes aux répercussions du sodium échangeable sur les propriétés physiques des sols du Queensland et de l'Italie.

C. D. LEONARD et P. E. BEAR (320) ont mis l'accent sur les effets heureux de l'incorporation aux terres du New Jersey d'engrais renfermant du sodium à titre subsidiaire. Ces engrais ont permis de pallier aux insuffisances momentanées de sels de potasse sans altérer visiblement la structure des sols.

MANGANÈSE

Tous les sols renferment du manganèse. Les terrains sablonneux sont plus pauvres en cet élément que les terrains argileux.

L. H. Jones, W. B. Shepardson et C. A. Peters (327) ont établi à suffisance que, sans la présence du manganèse dans le sol, les plantes n'assimilent pas les nitrates. Ceux-ci s'accumulent sans qu'ils puissent se transformer en acides aminés.

Depuis les recherches de H. D. Morris (159), on sait que l'alcalinité réduit la solubilité des sels de manganèse et que, dans les sols acides, la solubilité de ces sels peut être si accentuée que leurs solutions en deviennent toxiques.

Au cours de la période sous revue, de nombreux travaux ont été consacrés aux différentes formes de Mn du sol ainsi qu'aux transformations du Mn bivalent, assimilable, en Mn tri ou tétravalent, plus ou moins inactif, et aux transformations inverses. Ces transformations imputables à des processus d'oxydo-réduction de nature chimique et biologique concourent à réaliser le cycle du manganèse dans le sol.

Selon G. J. Ouellette (330), on oublie trop souvent que les rendements bas des sols fortement acides (pH inférieur à 5,5) peuvent être dus à un excès de manganèse soluble, assimilable immédiatement par les plantes. Les sols très fortement, fortement et même modérément acides favorisent la formation du manganèse manganeux.

M. I. Timonin (169) a soutenu l'opinion que les champignons du sol peuvent oxyder le Mn en l'absence de citrate et sont capables d'oxyder $MnSO_4$ en milieu d'agar-agar stérilisé aussi bien qu'en sol non stérilisé. L'intensité de l'oxydation serait sous la dépendance des composés azotés disponibles.

D'un milieu minéral à base de citrate de calcium et de sulfate de manganèse, V. Skerman et S. Bromfield (331) ont isolé des bactéries oxydant le manganèse et appartenant aux genres *Pseudomonas*, *Aerobacter* et *Serratia*. En partant d'un milieu agar-agar, extrait de sol, ces mêmes auteurs ont démontré que, dans certaines terres, l'oxydation du Mn était due à l'action combinée de deux organismes : un *Corynebacterium* et une espèce pigmentée du genre *Chromobacterium* ou *Flavobacterium*. Dans des sols acides, de nombreux champignons, tels que *Cladosporium*, *Tringschemia* et *Pleospora*, oxydent facilement le manganèse.

Les formes oxydées du manganèse du sol peuvent être réduites par la fermentation de matières organiques. S. Trocme, G. Barbier et J. Chabannes (333, 334) ont élucidé les causes de la carence en manganèse qu'ils ont observée dans les terres irriguées à l'eau

d'égout. La moitié au moins de la fraction active du manganèse total des champs d'épandage a été inactivée. Par ailleurs, les résidus humiques des matières fermentescibles de l'eau d'égout se sont fixés à la surface des particules minérales empêchant le manganèse restant d'être atteint par les agents réducteurs ou dissolvants.

Y. Coïc et M. Coppenet (323, 324) ont observé que le jaunissement et la diminution de rendement de Blés et Avoines cultivés dans le Finistère (Bretagne) étaient dus à des déficiences en manganèse consécutives à la neutralisation des terres humifères par les amendements calcaires marins. La carence en Mn apparaît dans les terres très humifères contenant de 6 à 9 p. c. de matières organiques, dès que le pH atteint 6,5.

A la suite de leurs recherches sur le manganèse échangeable S. Heintze et P. J. Mann (326) ont constaté que si le sol ne cède qu'une part infime de Mn à une solution d'acétate d'amonium, les quantités de manganèse cédées augmentent notablement lorsque des traces de sels de cuivre, de nickel, de cadmium ou de zinc sont mises en présence de l'acétate. Les auteurs précités admettent que le manganèse bivalent et le cuivre sont liés à la matière organique du sol. Comme les complexes ainsi constitués sont peu dissociables, des carences en manganèse peuvent, dans certaines conditions de pH, apparaître dans les terres riches en humus.

MOLYBDÈNE

Il ressort des travaux de I. J. Cunningham et K. G. Hogan (335), de H. J. Evans et consorts (336) et de W. Plant (338) que le molybdène fait généralement défaut dans les terrains acides, tels que ceux que l'on utilise d'ordinaire pour la culture de la Pomme de terre.

W. O. Robinson, G. Edgington, W. H. Armiger et A. V. Breen (339) ont inféré, de leurs recherches, que le chaulage des terres accroissait l'assimilabilité du Mo chez le Ray-grass, la Luzerne, le Trèfle et le Pois, ainsi que la teneur des plantes en cet élément. Toutefois, le niveau toxique pour le bétail n'était jamais atteint.

MAGNÉSIUM

Castenmiller (341) a montré que le manque de magnésium se traduit par un complexe de symptômes auquel les Néerlandais donnent le nom de « Hooghalense ziekte ». Cela est dû, non seulement à un apport insuffisant en manganèse, mais surtout à un mauvais statut du calcium dans le sol. Cette dernière circonstance

entraîne : a) une teneur moins élevée du sol en magnésium ; b) un mauvais rendement des engrais renfermant du MgO ; c) une sensibilité exacerbée des plantes à la carence en Mg. Il y a lieu d'éviter les trop fortes applications de potasse, surtout dans les sols pauvres en humus.

Œuvrant dans l'Arizona du sud, H. V. Smith, T. Buehrer et G. Wickstrom (344) ont allégué l'opinion que la faible productivité de certains sols riches en Mg n'est pas due à leur haute teneur en magnésium échangeable, mais plutôt à leur pourcentage élevé en argile montmorillonitique et à leur mauvaise structure caractérisée par l'absence de drainage interne.

Des travaux de J. Van Schuylenborgh et J. S. Veenenbos (345), il appert que les sels de magnésium influencent défavorablement la structure des sols argileux. Ces auteurs estiment que leur trop forte teneur en Mg échangeable est la cause primordiale de la mauvaise structure des terres du nord des Pays-Bas. Comme on connaît encore peu de chose sur le mode d'action du magnésium échangeable, il est difficile de préconiser un remède vraiment sûr aux maux qu'il cause. Toutefois, une application de gypse paraît être suivie d'heureux résultats.

BORE

Incorporé au sol, le bore ne paraît pas avoir d'arrière action.

K. C. Berger (346), J. Kubota et consorts (348), W. L. Powers et J. V. Jordan (349), C. M. Wilson (350) et H. W. Winsor (351, 352) ont observé les mouvements du bore dans divers sols.

FER

R. Betremieux (354) a étudié les trois phases successives de l'évolution du fer dans le sol : dissolution, migration et précipitation. Cet auteur a montré comment l'évolution pédologique des types de sols et la mobilisation de oligoéléments sont liées à l'activité des fermentations des matières organiques.

P. Boischot et Mlles M. Durroux et G. Sylvestre (355, 356) ont établi que le calcaire d'un sol fixe le fer par une véritable précipitation chimique lorsque le pH du milieu est supérieur à 5,1. S'il se trouve du manganèse dans la solution, une petite partie est entraînée par le précipité de fer. C'est ainsi que l'on rencontre presque toujours du Mn dans les zones d'accumulation du fer.

CUIVRE

K. Lundblad, O. Svanberg et P. Ekman (361) ont porté leur

attention sur les carences en cuivre qui affectent certains sols tourbeux ou légèrement sableux de la Suède. Comme le cuivre est un peu plus assimilable en sols tourbeux qu'en terres minérales, la fixation de ce métal par l'humus n'est pas la cause principale des déficiences en cuivre.

L'assimilabilité du cuivre diminue quand le pH du sol augmente.

Les expériences de fertilisation au sulfate de cuivre que ces auteurs ont organisées ont montré que la pénétration du cuivre est très lente après épandage en couverture : même dans les régions humides, elle ne dépasse pas 5 cm en 6 ans. Seul l'enfouissement du sulfate de cuivre par labour permet d'obtenir des résultats rapides.

Dans les terrains pauvres en cuivre, plus les quantités d'azote appliquées sont élevées, plus les symptômes de déficience en cet élément sont accusés.

ZINC

Les carences en zinc sont surtout importantes dans les sols calcaires à pH élevé.

A. L. Brown (364) a étudié la sorption et la libération du zinc dans une argile Aiken. La sorption du zinc n'est pas la même dans l'« Aiken clay loam » que dans d'autres terres. La sorption du calcium et du magnésium diffère de celle du zinc. Les solutions acides libèrent plus généreusement le zinc que les solutions normales et neutres.

COBALT

La teneur en cobalt des sols est très variable. Elle dépend, dans une certaine mesure, de la teneur en cobalt de la roche-mère. Elle est généralement en relation avec sa teneur en magnésie. Riche en magnésie, la serpentine donne aux sols une haute teneur en cobalt, tandis que les sols dérivés des granites n'en renferment qu'une faible teneur.

K. Beeson (294) a pu se rendre compte que, dans les minéraux et les roches, le Co est associé au Mg, au Ni, au Fe. Il est en plus grandes concentrations dans les roches basiques que dans les roches acides. Il n'existe pas de relation étroite entre la teneur du sol en cobalt et celle du végétal ou du bétail. On ne connaît rien au sujet des formes du cobalt du sol assimilables par les plantes.

Les expériences de fertilisation de longue durée au chlorure de cobalt que O. Svanberg et P. Ekman (300) ont conduites en sols tourbeux, ont montré que le cobalt est énergiquement fixé

en surface mais qu'il demeure assimilable, beaucoup plus que le cuivre.

IODE

La teneur en iode du sol est sous la dépendance du pouvoir absorbant, du pH, de l'humus, de l'apport d'iode par l'atmosphère.

Les recherches que M. Kōhn (366) a effectuées sur la teneur en iode des sols et des eaux de quelques localités du sud de la Bade n'ont pas permis de reconnaître une influence prépondérante de l'un ou l'autre de ces facteurs.

La teneur en iode des sols et des eaux est très variable. Des eaux d'origines différentes peuvent avoir la même teneur en iode. L'auteur n'a pu établir aucune relation entre la quantité d'iode des eaux et des sols étudiés et la fréquence du goitre.

ARSENIC

L'acide arsénieux du sol se fixe à la fois sur l'alumine et le fer libres et sur l'argile. H. Margulis et R. Bourniquel (367) ont établi que cette fixation augmente avec les concentrations des solutions de $As_2\ O_3$, mais qu'elle n'est pas proportionnelle à ces concentrations. Ils ont aussi prouvé que le chaulage d'une terre a pour effet d'augmenter la quantité de As_2O_3 fixée.

Le traitement à l'acide arsénieux diminue la fixation des bases, ce qui augmente les réserves futures du sol ; par contre, ce même traitement accroît les bases déplaçables, ce qui augmente les réserves actuelles du sol.

En ce qui concerne les conclusions à dégager de leurs essais, Margulis et Bourniquel ont fait remarquer que les quantités expérimentales de As_2O_3 qu'ils ont employées dépassent fortement celles que pourrait recevoir une terre, même accidentellement. De plus, on ignore tout de l'allure et de la durée du cycle de la fixation et de la mobilisation de l'acide arsénieux dans le sol, ainsi que l'influence des micro-organismes sur l'évolution de cet acide.

Il peut arriver, à certains moments, que les pulvérisations amènent de l'arsenic au sol dans des proportions assez fortes. Cependant, selon H. Margulis (368), cet arsenic n'a pas eu d'action nocive sur les poiriers des vergers qu'il a examinés. Quoi qu'il en soit, l'arsenic est entraîné rapidement en profondeur.

Pour les Pêchers, en doublant la quantité d'azote employé généralement, on réduit les dommages que pourraient causer des doses toxiques d'arsenic. C'est du moins ce qu'affirment A. H. Thompson et L. P. Batjer (265). Tout en réduisant la quantité d'arsenic absorbée, un traitement au zinc associé à un fort apport d'azote

augmente la tolérance des arbres à la présence d'arsenic. Si le sulfate ferreux est également efficace, il ne l'est pas autant que le sulfate de zinc.

L. WIKLANDER (370) a étudié la solubilité des arséniates en relation avec les sels en présence dans le sol et le pH de celui-ci. Les arséniates d'aluminium ont une solubilité minimum à pH 4 et les arséniates de fer à pH 2,3. Les arséniates de fer sont environ 5 fois plus solubles que les phosphates. Les chlorures, les nitrates et les sulfates réduisent la solubilité des arséniates des terres, mais les phosphates l'augmentent considérablement.

V. — CONCLUSIONS

L'exposé ci-dessus est loin d'avoir épuisé un sujet qui a pris une ampleur considérable. Nous nous sommes borné à en donner seulement une idée d'ensemble et à faire le point de nos connaissances actuelles en matière d'éléments mineurs.

Si nous sommes arrivé à ce résultat et si nous avons réussi à fortifier les convictions des uns et à dissiper les erreurs des autres, nous nous estimerons satisfait.

Beaucoup d'auteurs méritent mieux que la mention brève que nous avons été réduit à leur accorder.

La liste des publications que nous avons citées n'a pas la prétention d'être complète. C'est délibérément que nous n'avons indiqué que les travaux sur lesquels nous avons fondé notre exposé.

De plus en plus, les expériences prouvent qu'un certain nombre d'éléments mineurs sont indispensables pour assurer le développement complet et harmonieux des êtres vivants.

Les agriculteurs doivent se préoccuper de pourvoir leur terres en oligoéléments à l'état soluble. Ainsi seront assurés le plein rendement des récoltes et la richesse des aliments en éléments nécessaires à la santé de l'homme et des animaux consommateurs.

En Belgique, ce sont les terres sablonneuses qui sont les plus exposées aux maladies de carence. Les éléments mineurs qui font le plus souvent et le plus rapidement défaut dans ces terres sont : le fer, le manganèse, le bore, le cuivre et l'iode.

En ce qui concerne les oligoéléments dans leurs rapports avec le sol, les progrès que réalisera la pédologie, les bases plus solides sur lesquelles elle s'appuiera à l'avenir, et la mise en œuvre de la pédologie expérimentale permettront d'approfondir la connaissance de l'évolution des éléments mineurs dans les sols et des facteurs sur lesquels il y aura lieu d'agir pour orienter cette évolution dans un sens favorable.

Dans les pages qui précèdent, nous avons indiqué quelques problèmes nécessitant un complément d'informations. Certains faits n'ont été enregistrés que sous bénéfice d'inventaire. Maintes questions relatives à la diagnose, aux causes et au traitement des carences minérales sur le terrain restent à résoudre.

Déplorons, en passant, que les Belges aient apporté si peu de faits nouveaux en faveur du rôle des éléments mineurs. Les questions grosses de conséquences que ceux-ci soulèvent n'ont fait l'objet dans notre pays que d'une exploration imparfaite et d'une diffusion insuffisante.

Aujourd'hui, les États-Unis, l'Allemagne, la Suède et l'Espagne ont équipé puissamment des laboratoires où des chercheurs se consacrent uniquement à l'étude des oligoéléments. De vastes perspectives restent ouvertes.

BIBLIOGRAPHIE

GÉNÉRALITÉS

1. Badenoch, A. G. — *The minerals in plant and animal nutrition.* 27 p. Edinburgh, 1949.
2. Bear, F. E. et al. — *Hunger signs in crops. A symposium.* 390 p. Ed. revue. The American Society of Agronomy and The National Fertilizer Association, Washington, 1949.
3. Gilbert, F. C. — *Mineral nutrition of plants and animals.* 131 p. Univ. Oklahoma Press, Norman, 1949.
4. Gilbert, F. C. — *The value of trace elements in fertilizers.* Agric. Chem., 4, nº 2, p. 24-27, 73-77, 1949.
5. Hudig, J. — *Position of Chilean nitrate among the fertilizers.* 7 p., Inform. Chil. Nitr. Agr. Serv., 1950.
6. Klumpp, E. — *Spurenelemente in Landwirtschaft und Gartenbau.* 54 p. 2 Aufl., Ulmer, Stuttgart, 1950.
7. Minurtrey, M. J. — *Clé pour la recherche des éléments nutritifs déficients.* Fruits d'Outre-Mer, 5, nº 6, p. 219, 1950.
8. Monier-Williams, G. W. — *Trace elements in food.* 511 p. Chapman and Hall, Ltd., London, 1949.
9. Morel, J. — *Aperçu sur les maladies de carence et les oligoéléments.* Soc. Hort. et Acclim. Maroc, B, 34, 144, p. 14-20, 1949.
10. Scharrer, K. — *Die Bedeutung der Spurenelemente für die Pflanzenernährung und Düngung.* Landw. Forsch., I, p. 176-184,1950.

11. STILES, W. — *Trace elements in plants and animals.* 2e éd., 189 p., 13 fig. At the University Press, Cambridge, 1951.

12. WIND, J. — *Sporenelementen in de landbouw.* Maand. Landbouwvoorlichtingsdienst, 's-Gravenhage, 8, nº 6, p. 223-233, 1951.

LES ÉLÉMENTS MINEURS ET LES VÉGÉTAUX

GÉNÉRALITÉS

13. BARBIER, G. — *La fumure et les maladies de carence des arbres fruitiers.* Jardins de France, nº 4, p. 98-104, nº 5, p. 128-132, 1950.

14. BEATTIE, J. M. and ELLENWOOD, C. W. — *A survey of the nutrient status of Ohio apple trees.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, p. 47-50, 1950.

15. BLEDSOE, R. W. and HARRIS, H. C. — *The influence of mineral deficiency on vegetative growth, flower and fruit production, and mineral composition of the peanut plant.* Plant Physiol., 25, 1, p. 63-77, 1950.

16. CROWTHER, E. M. and GARNER, H. V. — *Nitrogen fertilizers for sugar beet.* British Sugar Beet Review, vol. 18, nº 3, p. 101-105, 1950.

17. DAVIS, F. L. — *Effects of liming on response to minor elements of crimson clover, soybeans and alyce clover.* Agron. J., 41, p. 368-374, 1949.

18. FERRAND, M., BACHY, A. et OLLAGNIER, M. — *Les oligoéléments dans la fumure du palmier à l'huile au Moyen-Congo.* Oléagineux, 6e année, nº 11, p. 629-636, 1951.

19. FLIPSE, L. P. — *Plantenziekten als gevolg van storingen in de voedselopname.* Maandbl. Landbouwvoorlichtingsd., 's-Gravenhage, 6, nº 3-4, p. 134-147, 1949.

20. HAGLER, T. B. and SCOTT, L. E. — *Nutrient element deficiency symptoms of Muscadine grapes in sand culture.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 53, p. 247-252, 1949.

21. HEWITT, E. J. — *Trace elements in plant nutrition.* World Crops, 1, p. 160-164, 1949.

22. HEWITT, E. J. — *The role of the mineral elements in plant nutrition.* Ann. Rev. Plant. Physiol., 2, p. 25-52, 1951.

23. HILL, H. — *Minor element deficiencies affecting Canadian crop production.* Scient. Agric., vol. 29, nº 8, p. 376-383, 1949.

24. HULL, R. — *Sugar beet diseases, their recognition and control.* Ministry of Agriculture and Fisheries, Bull. nº 142, 53 p., 1949.

25. LU, T. C. and LOO, T. L. — *Elongation of wheat coleoptile under the influence of minor elements, indole-3-acetic acid and other chemicals.* Acad. Sinica. Inst. Bot., Ser. B., 3, p. 186-201, 1949.

26. LYND, F. Q., TURK, L. M. and COOK, R. L. — *Nutrient deficiencies diagnosed with foliar analysis and plant tissue tests.* Agron. Jl. Wisconsin, 42, 8, p. 402-407, 1950.

27. MULDER, D. — *Les éléments mineurs en culture fruitière.* Le Fruit Belge, 17e année, nº 92, p. 67-72, 1949.
28. MULDER, D. — *Sporen-elementen in de tuinbouw.* Tuinbouw, 4, p. 62-65, p. 99-101, 1949.
29. MULDER, E. G. — *Mineral nutrition of plants. Annual Review.* Plant Physiol., 1, p. 1-24, 1950.
30. NIKITIN, A. A. — *The value of the rarer elements in plant nutrition.* Tenn. State Hort. Soc. Proc., 43, p. 102-110, 1949.
31. PERLMAN, D. — *Effects of minor elements on the physiology of Fungi.* Bot. Rev., vol. 15, nº 3, March 1949.
32. PLANT, W. — *A survey of mineral deficiencies in crops on arable land in two english countries.* The Empire Journal of Experimental Agriculture, vol. 18, nº 69, p. 41-48, 1950.
33. SCHRADER, A. L., SCOTT, L. E. and DUNBAR, C. O. — *The nutritional status of Maryland orchards in terms of mineral content of leaves and occurrence of deficiency symptoms.* Md. State Hort. Soc. Proc., 51, p. 3-10, 1949.
34. STEINBERG, R. A., BOWLING, J. D. and MAC MURTREY, J. E. Jr. — *Explanation of symptom formation in tobacco with frenching and mineral deficiencies.* Science, 110, p. 714-715, 1949.
35. TROCME, S. — *Les carences minérales des végétaux.* Bulletin technique d'Information des Ingénieurs des Services agricoles, nº 41, p. 333-342, juin-juillet 1949.
36. UNION INTERNATIONALE DES SCIENCES BIOLOGIQUES. — *Trace elements in plant physiology.* Lotsya, vol. 3, 144 p. Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U. S. A., 1950.
37. VERONA, O. — *Nutrizione e malattie nelle piante coltivati.* 2e edizione. 222 p., 18 tabl. Arti Grafiche Tornar, Pisa, 1949.
38. VERONA, O. — *Le malattie da carenza nelle piante fruttifere.* Rev. Ortoflorofrutticoltura Ital., 76, vol. 35, nº 5-6, p. 105-115, 1951.
39. WALLACE, T. — *Requirements of minor elements in flax growing.* Min. of Supply, Monograph nº 16.201, 1949.
40. WALLACE, T. — *The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. A colour atlas and guide.* 107 p., 312 pl. coloriées. H. M. Stationery Office, London, 1951.
41. WEINBERGER, J. H. — *Some effects of nitrogen fertilizer on yield and maturity of Elberta peaches.* Amer. Soc. Hort. Sci. Proc., 53, p. 57-61, May 1949.
42. WILLIAMS, R. D. — *The effects of deficiencies of several trace elements on timothy (Phleum pratense L.) grown in solution culture.* Plant and Soil, vol. 3, nº 3, p. 257-266, 1951.

SODIUM

43. AUDIDIER, L. — *Le sodium et le potassium dans l'alimentation de la betterave.* La Potasse, 23e année, nº 163, p. 48-51, mars 1949.
44. BARBIER, G. et CHABANNES, J. — *Accumulation du sodium dans*

les racines des plantes. C. R. Séances Acad. Sciences, Paris, t. 232, nº 14, p. 1372-1374, 1951.

45. BERTRAND, G. — *Présence générale et rôle probable du sodium dans les plantes*. C. R. Acad. Sciences, Paris, t. 232, nº 15, p. 1381-1384, 1951 et C. R. Acad. Agric. France, t. 37, nº 7, p. 259-261, 1951.

46. BERTRAND, G. — *Recherches sur la présence générale et sur le rôle probable du sodium dans les plantes*. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Paris. Série A. Ann. Agron., 2e année, nº 4, p. 409-413, 1951 et Ann. Instit. Pasteur, 81, 2, p. 121-125, 1951.

47. BRITISH MINISTRY OF AGRICULTURE. — *Present knowledge of sodium*. The National Agricultural Advisory Service, Quart. Rev., nº 10, Winter 1950.

48. DIVERS AUTEURS. — *Sodium in Agriculture*. Articles repris de « Farm for Victory » et « Victory Farm Forum » et publiés de 1943 à 1950. Chilean Nitrate Educational Bureau, New-York, 1951.
Cette publication collective comprend, pour la période qui nous intéresse :
— ARNOLD, B. L. *Sodium influence on cotton yield and composition* (1949).
— COOPER, H. P. *Effect of sodium in the nutrition of certain crops* (1949).
— BEAR, F. E. *Both the sodium and the nitrogen in nitrate of soda have value* (1949).
— SAYRE, C. B. *Sodium increase the yield and value of red beets* (1949).
— BEAR, F. E. *No longer any doubt about the value of sodium* (1950).
— TRUOG, E. *The essentiality of sodium as a plant nutrient* (1950).
— LEONARD, C. D. *Sodium has plant food value as a fertilizer* (1950).

49. DORPH-PEPERSEN, K. and STEENBJERG, F. — *Investigations on the effect of fertilizers containing sodium*. Plant and Soil, vol. 2, nº 3, p. 283-300, 1950.

50. GAROLA, J. et CADIER, R. — *Influence du sodium sur le développement et la constitution de la plante*. Ann. Agron., n. s., 1re année, nº 5, p. 592-600, 1950.

51. HOPKINS, D. P. — *Sodium as a plant nutrient*. World Crops, vol. 2, nº 8, p. 333-336, 1950.

52. JORET, G. et HIROUX, H. — *Essais sur le rôle du sodium en culture*. Ann. Agron., n. s., 1re année, nº 5, p. 600-607, 1950.

53. LEHR, J. J. — *Exploratory pot experiments on sensitiveness of different crops to sodium. A. Spinach*. Plant. and Soil, vol. 2, nº 1, p. 37-48, 1949.

54. LEHR, J. J. — *Value of the sodium in Chilean nitrate*. Inform. Chil. Nitr. Agric. Serv., 15 p., March 1950.

55. LEHR, J. J. — *Importance of sodium for plant nutrition. V. Response of crops other than beet*. Soil Sci., vol. 72, nº 2, p. 157-166, 1951.

56. SAYRE, C. B. and VITTUM, M. T. — *Effect of sodium salts and*

rate of seeding on the yield of beets. Agron. Journ., vol. 41, nº 6, p. 235-239, 1949.

57. Shirley, R. L. and Benne, E. J. — *Report on sodium in plants.* Journ. Assoc. Official Agric. Chem., 32, 2, p. 281-286, 1949 ; 33, p. 805-810, 1950.
58. Sornay, P. de. — *Le sodium dans les plantes.* 18 p. Port-Louis, Ile Maurice, 1949.
59. Wiede, W. — *Die Wirkung des Natriums bei der Rübendüngung.* N. Mitt. Landw., nº 38, 1, 1949.

MAGNÉSIUM

60. Boynton, D. and Embleton, T. W. — *Further studies on magnesium deficiency of the apple and its control.* Amer. Soc. Hort. Sci. Proc., 55, p. 21-26, June 1950.
61. Butijn, J. — *Magnesium- en kaliumgebrek in de fruitteelt.* Med. Direct. Tuinb., 's-Gravenhage, 13, p. 813-817, 1950.
62. Drosdoff, M. and Lagasse, F. S. — *The effect of some magnesium and calcium fertilizers in a magnesium deficient bearing tung orchard.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56, p. 5-11, 1950.
63. Hinkle, D. A. and Eisenmenger, W. S. — *Chloroplast pigments in relation to magnesium deficiency.* Soil Sci., 70, 3, p. 213-220, 1950.
64. Jacob, A. — *Zur Frage der Magnesiadüngung.* Z. Pfl. Ernähr. Düng., 47, p. 179-197, 1949.
65. Johannesson, J. K. — *Magnesium deficiency in tomato leaves.* New Zealand J. of Sci. and Techn., Agric. Res. Sect., vol. 33, nº 2, p. 52-57, 1951.
66. Lundblad, K. — *Experiments on magnesium fertilization.* Küngl. Lantbruksh. Annal., Uppsala, vol. 16, p. 568-593, 1949.
67. Mc Evoy, E. T. — *Études sur la nutrition du tabac, in* Rapport courant 1935-1948 de la Ferme Expérimentale Centrale, Division des Tabacs, p. 44-51, Ottawa, 1951.
68. Mesa-Bernal, W. D. — *Efectos del magnesio en la vida de las plantas.* Agr. Trop., Bogota, 6, nº 1, p. 39-44, 1950.
69. Mikkelson, D. S. and Doehlert, C. A. — *Magnesium deficiency in blueberries.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, p. 289-292, 1950.
70. Mulder, D. — *Magnesium deficiency in fruit trees on sandy soils and clay soils in Holland.* Plant and Soil, vol. 2, p. 145-157, 1950.
71. Schreiber, R. — *Über die Wirkung des Magnesiums auf den Ertrag und die Nährstoffaufnahme von K_2O und MgO bei den Getreidearten.* Z. Pfl. Ernähr. Düng., 48, p. 37-64, 1949.
72. Scott, L. E. and Scott, D. H. — *Response of grape vines to soil and spray applications of magnesium sulfate.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 57, p. 53-58, 1951.
73. Thompson, F. C., Cripps, E. G. and Burgess, A. H. — *Experiments on magnesium deficiency in the hop plant.* Progress report I. A. R. Wye Coll., Dep. Hop Res., Rpt. 1949, p. 34-42, 1950.

BORE

74. Anonyme. — *Cork or boron deficiency disorders of pome fruits.* N. S. Wales Dept. Agric. Plant Dis., 93, 4 p., 1950.

75. Asen, S. and Davidson, O. W. — *The boron distribution in greenhouse rose plants.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56, p. 433-438, 1950.

76. Askew, H. O. — *Some aspects of boron deficiency in plants.* Cawthron Institute Publication nº 96, 6 p., Melbourne, 1949.

77. Askew, H. O. and Monk, R. J. — *Boron in the nutrition of the hop.* Nature, London, 167, p. 1074-1075, 1951.

78. Askew, H. O., Chittenden, E. T. and Watson, J. — *Boron, copper, manganese and zinc in the nutrition of the Red Antwerp raspberry.* N. Zeal. J. Sci. and Techn. A. Agr. Res. Sect., vol. 33, nº 3, p. 13-26, 1951.

79. Askew, H. O., Chittenden, E. T. and Monk, R. J. — « *Dieback* » *in raspberries — a boron deficiency ailment.* J. Hort. Sci., 26, p. 268-284, 1951.

80. Baldoni, R. et Laurini, M. — *Prova di concimazione borica al pomodoro.* Annali della Sperimentazione Agraria, n. s., vol. 4, nº3 p. 393-402, 1950.

81. Berger, K. C. and Truog, E. — *Boron for alfalfa.* Agric. Expt. Sta. Wisconsin, C. 296, 8 p., 1949.

82. Bottini, E. — *I microelementi dei terreni agrari. Nota I. Il boro nella vita vegetale.* Supplemento agli Annali della Sperimentazione Agraria, Roma, n. s., vol. III, nº 2, p. XIII-XL, 1949.

83. Bould, C. and Tolhurst, J. — *A note on boron in relation to bitter pit in apples.* Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 54-56, 1951.

84. Bullock, R. M. — *Boron and zinc deficiencies in Washington orchards.* Proc. 45th. ann. Mtg. Wash. St. hort. Assoc., p. 225-230, 1949.

85. Burrell, A. B. — *Occurrence and control of boron deficiency of apple.* Proc. 95th annu. Mtg N. Y. St. hort. Soc., p. 284-291, 1950.

86. Catoni, G. et divers coll. — *Segnalazioni di malattie da borocarenza nel pero et melo in Trentino.* Not. Mal. Piante, nº 6, p. 24-26, 1949.

87. Christ, E. G. — *Boron deficiency disease and a common bark disorder in New Jersey apple orchards.* Hort. News, 30, p. 2201, 2204-2205, 2214, 1949.

88. Clagett, C. O. and Klosterman, H. J. — *Boron content of North Dakota flax.* Bull. North Dakota Agric. Expt. Sta., vol. 12, nº 2, p. 64-65, 1949.

89. Clulo, G. and Berg, A. — *Distribution of boron in the tissues of the apple tree.* W. Va. Acad. Sci. Proc. 1947, 19, p. 43-49, 1949.

90. Cole, C. E. — *Pitting disorders in pears.* J. Dept. Agric., Victoria, vol. 47, 7, p. 317-320, 1949.

91. Dufrenoy, J. — *Les oligoéléments et particulièrement l'action du bore et phénomènes respiratoires.* Revue Horticole, mai-juin, 1949.

92. Dowd, O. J. — *Observations on boron deficiency in apples in southwestern Michigan.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 53, p. 23-25, 1949.
93. Govindan, P. R. — *A note on the influence of boron on the yield and ascorbic acid content in the tomato fruit.* Curr. Sci., 19, p. 319, 1950.
94. Grobman, A. — *El boro en la nutrition mineral de las plantas.* Agronomia, Pérou, vol. 15, nº 62, p. 19-32, 1950.
95. Hansen, C. J. and Proebsting, E. L. — *Boron requirements of plums.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 53, p. 13-20, 1949.
96. Hayter, C. N. — *Beetroot and boron deficiency.* Rhod. Agric. J., 47, p. 482-485, 1950.
97. Heinicke, A. J. — *What causes stippen (bitter pit) and what can done about it.* Proc. 95th. Ann. Mtg. N. Y. St. Hort. Soc., p. 178-183, 1950.
98. Hermandez-Medina, E. and Shive, J. W. — *Calcium-boron relationships in the nutrition of corn and the distribution of these elements in the plants.* Journ. Agric. Puerto Rico, 30, 4, p. 251-291, 1950.
99. Jamalainen, E. A. — *(Sur les maladies causées par la déficience en bore et sur le rôle du bore dans la culture des plantes en Finlande).* En langue finnoise, résumé en anglais. Agricultural experiment activities of the State, Publ. nº 130, 48 p. Helsinki, 1949.
100. Jordan, J. V. and Anderson, G. R. — *Effect of boron on nitrogen fixation by Azotobacter.* Soil Science, vol. 69, nº 4, p. 311-319, April 1950.
101. Lal, K. N. and Tyagi, R. S. — *Deficiency, favorable and toxic effects of boron on tobacco.* Amer. J. Bot., 36, p. 676-680, 1949.
102. Lenander, S. E. — *(Déficience en bore chez les cerises).* En suédois. Sver. Pomol. Fören. Arsskr., 50, p. 172-183, 1949.
103. Mc Larty, H. R. and Woodbridge, C. G. — *Boron in relation to the culture of the peach tree.* Scient. Agric., vol. 30, nº 9, p. 392-395, 1950.
104. Mesa-Bernal, D. — *Funciones del boro en la vida vegetal.* Agric. Trop. Bogota, 7, nº 2, p. 57-61, 1951.
105. Messing, J. H. and Owen, O. — *The effects of some acute mineral deficiencies on glasshouse chrysanthemums.* Exp. and Res. Stat. Cheshunt. Ann. Rpt. 1950, p. 57-60, 1951.
106. Montgomery, F. H. — *The effect of boron in the growth and seed production of alsike clover, Trifolium hybridum L.* Canad. J. Bot., vol. 29, nº 6, p. 597-606, 1951.
107. Mulder, D. — *Stip in appels als cultuurverschijnsel.* Meded. Direct. Tuinbouw, s'-Gravenhage, 14, nº 1, p. 20-27, 1951.
108. Mulder, D. — *Problemen rond het stip in appels.* Meded. Direct. Tuinb., 's-Gravenhage, 14, nº 9, p. 731-738, 1951.
109. Pattanaik, S. — *The effect of boron on the catalase activity of rice plant.* Cur. Sci., 19, p. 153-154, 1950.
110. Penman, F. — *Boron poisoning in Citrus.* J. Dept. Agric. Victoria, vol. 47, 4, p. 181-189, 1949.
111. Pijls, F. W. en Den Dulk, P. R. — *Boriumvergiftiging van*

planten. Meded. Direct. Tuinbouw, 's-Gravenhage, 14, nº 11, p. 915-918, 1951.

112. ROHDE, G. — *Bor und Wuchsstoffe*. Deut. Landwirt., 2, p. 208-211, 1951.

113. SCHROPP, W. — *Stand der Forschung über das Spurenelement Bor*. Z. Pfl. Ernähr. Düng., 51, p. 127-139, 1950.

114. SCURTI, J. — *Sici deperimenti di alcuni frutteti della Valle d'Aosta per carenza di elementi necessari per il loro chimismo*. Ann. Sperim. Agra., n. s., vol. V, nº 4, p. 745-760, 1951.

115. SHARPE, R. H. and WINSOR, H. W. — *Cross-feeding and boron placement studies with pecans*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 57, p. 203-206, 1951.

116. SMITH, F. W. — *Some relations of boron to the growth of legumes on south-eastern Kansas soils*. Soil Sci. Soc. Amer., Proc. 13, 1948, p. 358-361, 1949.

117. SMITH, P. F. and REUTHER, W. — *Observations on boron deficiency in Citrus*. Citrus Indust., 31, nº 2, p. 2-7, 20, 1950.

118. SMITH, P. F. and REUTHER, W. — *The response of young Valencia orange trees to differential boron supply in sand culture*. Plant. Physiol., 26, p. 110-114, 1951.

119. STEINECK, O. — *Untersuchungen über Bormangelerscheinungen bei Kartoffeln*. Bodenkultur, 5, p. 57-60, 1951.

120. TAVERNIER, J. et JACQUIN, P. — *Assimilation et fixation du bore par le pommier. Fumure boratée appliquée par pulvérisation*. C. R. Acad. Agric. Fr., vol. 35, nº 7, p. 275-279, 6 avril 1949.

121. THOMPSON, A. H. and BATJER, L. P. — *The effect of boron in the germinating medium on pollen germination and pollen tube growth for several deciduous tree fruits*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56, p. 227-230, 1950.

122. VAN STUIVENBERG, J. H. — *Wordt stip in appels veroorzaakt door een verstoring van het groeistof-evenwicht ?* De Fruitteelt, 40e jaargang, nº 8, 23 Februari 1950.

123. VAN STUIVENBERG, J. H. en POUWER, A. — *Onderzoek over de bestrijding van « stip » bij Notarisappels*. Med. Direct. Tuinbouw, 's-Gravenhage, 13, nº 4, p. 201-211, April 1950.

124. WADE, G. C. — *The control of boron deficiency*. Tasm. J. Agric., 20, p. 197-200, 1949.

125. WALLACE, A. and BEAR, F. E. — *Influence of potassium and boron on nutrient-element balance and growth of Ranger alfalfa*. Plant. Physiol., 24, nº 4, p. 664-680, 1949.

126. WANDER, I. W. — *The effect of calcium phosphate accumulation in sandy soil on the retention of magnesium and manganese and the resultant effect on the growth and production of grapefruit*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 55, p. 81-91, 1950.

127. WOODBRIDGE, C. G. — *Boron in canadian agriculture*. Canada Dept. of Agric. Science Service. Division of Chemistry. Contribution, nº 172, 8 p. Ottawa, 1949.

128. WOODBRIDGE, C. G. — *The role of boron in the agricultural regions of the Pacific Northwest.* Sci. Monthly, 70, p. 97-104, 1950.

MANGANÈSE

129. BLONDEL, L. et CASSIN, J. — *Lutte contre la carence en manganèse chez les agrumes.* Rev. Franç. Oranger, 21e année, no 221, p. 6-8, 1951.
130. BOLAS, B. D. — *Manganese deficiency in potatoes.* East Malling Res. Sta. Ann. Rpt. 1948, 36, p. 99-100, 1949.
131. BOYNTON, D., KROCHMAL, A. and KONECNY, J. — *Leaf and soil analyses for manganese in relation to interveinal leaf chlorosis in some sour cherry, peach and apple trees of New York.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 57, p. 1-8, 1951.
132. BRONSART, H. von. — *Erhöhung des Vitamin c-Gehalts durch Mangandüngung.* Z. Pfl. Ernähr., Düng., 51, p. 153-157, 1950.
133. BURGER, O. J. and HAUGE, S. M. — *Relation of manganese to the carotene and vitamin contents of growing crop plants.* Soil Sci., vol. 72, no 4, p. 303-313, 1951.
134. BURSTRÖM, H. — *The action of manganese on roots.* Internat. Union Biol. Sci., Ser. B. Colloquia, 1, p. 77-84, 1950.
135. COHEN, A. — *The manganese content of Shamouti orange leaves.* Palestine J. Bot., Rehovot, Ser. 7, p. 85-93, Dec. 1949.
136. COÏC, Y., COPPENET, M. et VOIX, S. — *Action de l'azote sur l'absorption du manganèse par l'avoine.* C. R. Séances Acad. Sci., Paris, 230, 18, p. 1610-1611, 1950.
137. COÏC, Y. et COPPENET, M. — *La carence en manganèse de l'orge.* C. R. Acad. Agric. France, t. 37, no 2, p. 103-105, 1951.
138. COÏC, Y. et COPPENET, M. — *Expérience sur la carence en manganèse de l'avoine : existence d'une période critique.* C. R. Acad. Agr. France, t. 37, no 2, p. 106-107, 1951.
139. COÏC, Y. et COPPENET, M. — *Manganèse et croissance du blé.* C. R. Acad. Agric. France, t. 37, no 4, p. 157-159, 1951.
140. COÏC, Y. et Melle G. DE BAISSE. — *Manganèse et filosité de la pomme de terre.* C. R. Acad. Agr. France, t. 37, no 7, p. 278-281, 1951.
141. COÏC, Y., DE BAISSE, G. et COPPENET, M. — *Évolution du manganèse dans les différents organes de la pomme de terre.* Ann. Agron., n. s., 2, no 1, p. 31-46, 1951.
142. COPPENET, M. — *Dosage du manganèse dans les végétaux.* Ann. Agron., n. s., 19, p. 798-800, 1949.
143. DELVER, P. — *De oorzaken van mangaanhonger bij groentengewassen op veengrond.* Meded. Direct. Tuinb., 's-Gravenhage, 14, no 7, p. 414-424, 1951.
144. GERRETSEN, F. C. — *Manganese in relation to photosynthesis. I. Carbon dioxide assimilation and the typical symptoms of manganese deficiency of oats.* Plant and soil, vol. 1, no 4, p. 346-358, 1949.

145. Gerretsen, F. C. — *Manganese in relation to photosynthesis.* Plant and Soil, vol. 2, p. 159-193, 1950 ; p. 323-343, 1950.
146. Goodall, D. W. — *Diagnosis of mineral deficiency. V. Manganese deficiency in wheat.* Ann. Appl. Biol., 36, p. 26-39, 1949.
147. Hivon, K. J., Doty, D. M. and Quackenbush, F. W. — *Ascorbic acid and ascorbic-acid-oxidizing enzymes of manganese-deficient soybean plants grown in the field.* Soil. Sci., vol. 71, n° 5, p. 353-359, 1951.
148. Innes, R. F. — *The manganese content of leaf and inflorescence tissue in relation to the « unknown disease » of the coconut palm in Jamaica.* Tropical Agriculture, Trinité, vol. 26, n°s 1-6, p. 57-60, 1949.
149. Jones, L. H., Shepardson, W. B. and Peters, C. A. — *The function of manganese in the assimilation of nitrates.* Plant Physiology, vol. 24, n° 2, p. 300-306, 1949.
150. Jones, L. H. and Leeper, G. W. — *The availability of various manganese oxides to plants.* Plant and Soil, vol. 3, n° 2, p. 141-153, 1951.
151. Löhnis, M. P. — *Verschijnselen van mangaanvergiftiging bij cultuurgewassen.* T. N. O. Nieuws, vol. 5, n° 49, p. 150-155, 1950.
152. Löhnis, M. P. — *Injury through excess of manganese.* Lotsya, 3, p. 63-75, 1950.
153. Löhnis, M. P. — *Manganese toxicity in field and market garden crops.* Plant and Soil, vol. 3, n° 3, p. 193-222, 1951.
154. Mac Kee, H. — *Review of recent work on nitrogen metabolism.* New Phytol., 48, p. 1-83, 1949.
155. Marx, Th. und Sahm, U. — *Gefässversuche zu Tomatenpflanzen mit steigenden Mangan- und Borgaben.* Z. Pfl Ernähr, Düng., 51, p. 97-105, 1950.
156. Massey, D. M. and Owen, O. — *Lime-induced manganese deficiency in glasshouse roses.* Exp. and Res. Stat. Cheshunt, Ann. Rpt. 1950, p. 60-61, 1951.
157. Millikan, C. R. — *Relation between nitrogen source and the effects on flax of an excess of manganese or molybdenum in the nutrient solution.* Aust. J. Sci. Res., 3, p. 450-473, 1950.
158. Millikan, C. R. — *Radio-autographs of manganese in plants.* Austr. J. Sci. Res., Ser. B, 4, p. 28-41, 1951.
159. Morris, H. D. — *The soluble manganese content of acid soils and its relation to the growth and manganese content of sweet clover and lespedeza.* Soil Sci. Soc. Amer., Proc. 13, 1948, p. 362-371, 1949.
160. Morris, H. D. and Pierre, W. H. — *Minimum concentrations of manganese necessary for injury to various legumes in culture solutions.* Agron. Journ., 41, p. 107-112, 1949.
161. Nicholas, J. D. — *The manganese and iron contents of crop plants as determined by chemical methods.* The Journal of Horticultural Science, vol. 25, n° 1, p. 60-77, June, 1949.
162. Pattanaik, S. — *The effect of manganese on the catalase activity of rice plant.* Plant and Soil, 2, p. 418-419, 1950.

163. SIDERIS, C. P. — *Manganese interference in the absorption and translocation of radioactive iron (Fe 59) in Ananas comosus (L.)* MERR. Plant Physiol., 25, nº 2, p. 307-321, 1950.

164. SIMON, M. — *Le manganèse et la betterave sucrière.* Publ. Inst. belge Amél. Betterave, Tirlemont, 17e année, nº 6, p. 211-220, novembre-décembre 1949.

165. STRUCKMEYER, B. E. and BERGER, K. C. — *Histological structure of potato stems and leaves as influenced by manganese toxicity.* Plant Physiol., 25, p. 114-119, 1950.

166. THOMPSON, F. C., CRIPPS, E. G. and BURGESS, A. H. — *The effect of soil acidity on growth of hops. Some observations on manganese toxicity and induced iron deficiency.* A. R. Wye Coll., Dep. Hop. Res. for 1949, p. 43-47, 1950.

167. THORNBERRY, H. H. — *Manganese toxicity in peaches.* Phytopathology, vol. 4, nº 1, p. 29, 1950.

168. THURSTON, J. M. — *A comparison of the growths of wild and of cultivated oats in manganese-deficient soils.* Ann. Appl. Biol., 38, nº 1, p. 289-302, 1951.

169. TIMONIN, M. I. — *Soil microflora in relation to manganese deficiency.* Scientific Agriculture, vol. 30, nº 7, p. 324-325, July 1950.

170. WADE, G. C. — *Manganese deficiency of apples.* Tasmanian J. Agric., 21, p. 323-324, 1950.

171. WARINGTON, K. — *Some interrelationships between manganese, molybdenum and vanadium in the nutrition of soybean, flax and oats.* Ann. Appl. Biol., 38, p. 624-641, 1951.

172. WOODBRIDGE, C. G. and MC LARTY, H. R. — *Manganese deficiency in peach and apple in British Columbia.* Scient. Agric., vol. 31, nº 10, p. 435-438, 1951.

MOLYBDÈNE

173. AGARWALA, S. C. — *The effect of molybdenum and nitrate status on yield and ascorbic acid content of cauliflower plants in sand culture.* Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt., 1950, p. 83-90, 1951.

174. ANDERSON, A. J. and SPENCER, D. — *Molybdenum and sulphur in symbiotic nitrogen fixation.* Nature, London, 164, p. 273-274, 1949.

175. ANDERSON, A. J. and SPENCER, D. — *Molybdenum in nitrogen metabolism of legumes and non-legumes.* Austr. J. Sci. Res., Ser. B, 3, p. 414-430, 1950.

176. BARSHAD, I. — *Factors affecting the molybdenum content of pasture plants : I. Nature of soil molybdenum, growth of plants, and soil pH.* Soil Sci., vol. 71, nº 4, p. 297-313, 1951.

177. BARSHAD, I. — *Factors affecting the molybdenum content of pasture plants : II. Effect of soluble phosphates, available nitrogen, and soluble sulfates.* Soil Sci., vol. 71, nº 5, p. 387-398, 1951.

178. DI PALMA-CASTIGLIONE, R. et LANDI, S. — *(L'action du molyb-*

dène sur les micro-organismes et sur la végétation). En italien. Ann. Fac. Agrar. Univ. Pisa, 9, p. 313-335, 1949.

179. DONALD, C. M. and SPENCER, D. — *The control of molybdenum-deficiency in subterranean clover by pre-soaking the seed in sodium molybdate solution.* Austr. J. Agric. Res., vol. 2, nº 3, p. 295-301, 1951.

180. DUNNE, T. C. — *Regeneration of a subterranean clover pasture with molybdenum.* J. Agric. W. Austr., 27, p. 118-120, 1950.

181. EVANS, H. J., PURVIS, E. R. and BEAR, F. E. — *Molybdenum nutrition of alfalfa.* Plant Physiology, vol. 25, nº 4, p. 555-565, 1950.

182. EVANS, H. J. — *The importance of molybdenum in fertilizers.* Agric. Chem., 5, nº 8, p. 31-32, 72-75, 1950.

183. HEWITT, E. J. and JONES, E. W. — *Molybdenum as a plant nutrient. The effects of molybdenum deficiency on some vegetables, cereals and forage crops.* Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1948, p. 81-90, 1949.

184. HEWITT, E. J., JONES, E. W. and WILLIAMS, A. H. — *The relation of molybdenum and manganese to the free amino acid content of cauliflower plants in sand culture.* Nature, London, 163, p. 681-682, 1949.

185. HEWITT, E. J. and JONES, E. W. — *Molybdenum as a plant nutrient. II. Effect of molybdenum deficiency on some Brassica crops.* Ann. Rept. 1949. Agric. and Hort. Res. Sta., Long Ashton, Bristol, p. 58-63, 1950.

186. HEWITT, E. J., AGARWALA, S. C. and JONES, E. W. — *Effect of molybdenum status on the ascorbic acid content of plants in sand culture.* Nature, 166, p. 1119-1120, 1950.

187. HEWITT, E. J. and HALLAS, D. G. — *The use of Aspergillus niger* (VAN TIEGH.) *M strain as a test organism in the study of molybdenum as a plant nutrient.* Plant and Soil, vol. 3, nº 4, p. 366-408, 1951.

188. JENSEN, H. L. — *The effect of molybdenum on nitrogen fixation by Clostridium butyricum.* Rept. Proc. 4th. Internat. Congr. Microbiol., 1947, p. 477-478, 1949.

189. JONES, J. O. and DERMOTT, W. — « *Whiptail* » *in cauliflower.* Nature, London, 165, p. 248-249, 1950.

190. MULDER, E. G. — *Importance of molybdenum in the nitrogen metabolism of microorganisms and higher plants.* Plant and Soil, 1, p. 94-119, 1949.

191. MULDER, E. G. — *De betekenis van molybdeen voor de plantenvoeding, in het bijzonder in verband met de stikstofbinding.* Landbouwk. Tijdschr., 62, 4-5, p. 311-318, 1950.

192. PLANT, W. — *The use of lime and sodium molybdate for the control of « whiptail » in broccoli.* Nature, London, 165, p. 533-534, 1950.

193. PLANT, W. — *The control of « whiptail » in broccoli and cauliflower.* Agriculture, London, 57, p. 130-134, 1950.

194. PLANT, W. — *Some relationships between molybdenum, nitrate and ascorbic acid levels in cauliflower plants and the incidence of*

whiptail symptoms. Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 91-95, 1951.

195. STOUT, P. R., MEAGHER, W. R., PEARSON, G. A. and JOHNSON, C. M. — *Molybdenum nutrition of crop plants. I. The influence of phosphate and sulfate on the absorption of molybdenum from soils and solution cultures*. Plant and Soil, vol. 3, nº 1, p. 51-87, 1951.
196. VANSELOW, A. P. and DATTA, N. P. — *Molybdenum deficiency of the Citrus plant*. Soil Sci., 67, nº 5, p. 363-375, 1949.
197. WARING, E. J. — *Molybdenum deficiency in cruciferous crops*. Agr. Gaz. N. Sth. Wales, 61, p. 15-17, 1950.
198. WARINGTON, K. — *The effect of variations in calcium supply, pH value and nitrogen content of nutrient solutions on the response of lettuce and red clover to molybdenum*. Ann. Appl. Biol., vol. 37, nº 4, p. 607-623, 1950.
199. WILSON, R. D. — *A field response of rock-melons to molybdenum*. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 15, p. 118-121, 1949.
200. WILSON, R. D. — *Molybdenum in relation to the scald disease of beans*. Austral. J. Sci., 11, p. 209-211, June 21, 1949.

CUIVRE

201. ADAMS, A. F. — *Cooper deficiency of onions grown on peat. I. Preliminary report. II*. New Zealand J. Sci. and Techn. 1948. A. Agric. Res. Sect., vol. 30, nº 2, p. 105-109; nº 3, p. 34-40, 1949.
202. BEESON, K. C. and GREGORY, R. L. — *Report on copper and cobalt in plants*. J. Ass. Off. Agr. Chem., 33, p. 819-827, 1950.
203. BOULD, C., NICHOLAS, D. J., TOLHURST, J. A., WALLACE, T. and POTTER, J. M. — *Copper deficiency of fruit trees in Britain*. Nature, London, 165, nº 4.206, p. 920-921, 1950.
204. ERKAMA, J. — *Effect of copper on the iron uptake of plants*. Acta Chem. Scand., 3, p. 850-857, 1949.
205. FORSTER, W. A. — *Some effects of metals in excess on crop plants grown in soil culture. II. Effects of copper and zinc on crop plants grown in a variety of soils*. Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 108-114, 1951.
206. HARRIS, W. B. — *Copper deficiency of fruit trees*. J. Dept. Agric. S. Austr., 54, p. 277-279, 1951.
207. JONES, J. O. — *Copper-deficiency disease of pear trees*. Nature, London, 165, nº 4.188, p. 192, 1950.
208. MOORE, C. W. — *Pot culture studies of the copper and molybdenum content of certain pasture plants*. Australian J. Agr. Research, 1, p. 43-51, 1950.
209. MULDER, E. G. — *Importance of copper and molybdenum in the nutrition of higher plants and micro-organisms*. Lotsya, 3, p. 41-50, 1950.
210. MUSKETT, A. E. — *Copper-deficiency disease of apple trees*. Nature, London, 165, nº 4.205, p. 900-901, 1950.
211. NICHOLAS, J. D. — *Some effects of metals in excess on crop plants*

grown in soil culture. I. Effects of copper, zinc, lead, cobalt, nickel and manganese on tomato grown in an acid soil. Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 96-108, 1951.

212. Rossiter, R. C. — *Studies on the nutrition of pasture plants in the south-west of Western Australia. I. The effect of copper, zinc and potassium on the growth of the Dwalganup strain of Trifolium subterraneum L. on sandy soils.* Austr. J. Agr. Res., vol. 2, nº 1, p. 1-13, 1951.

213. Schipdam, G. J. en Vlasveld, W. P. — *Kopergebrek bij vruchtbomen.* De Fruitteelt, 39, nº 32, p. 572-575, 1949 ; 40, nº 4, p. 68-69, 1950.

214. Swanback, T. R. — *Copper in tobacco production.* Conn. Agric. Expt. Sta. Bull. 535, 11 p., 1950.

ZINC

215. Bould, C., Nicholas, D. J., Tolhurst, J. A., Wallace, T. and Potter, J. M. — *Zinc deficiency of fruit trees in Britain.* Nature, London, 164, p. 801-802, 1949.

216. Bould, C., Nicholas, D. J., Potter, J. M., Tolhurst, J. A. and Wallace, T. — *Zinc and copper deficiency of fruit trees.* Agric. and Hort. Res. Station, Long Ashton, Bristol. Annual Report 1949, p. 45-49, 1950.

217. Brough, C. R. — *Zinc deficiency in deciduous fruit trees in Victoria.* Victoria Dept. Agric. J., 48, 6, p. 257-259, 1950.

218. Bruno, A. — *Carence potassique et carence zincique.* La Potasse, 25e année, nº 181, p. 11-13, 1951.

219. Bruno, M. — *La carence zincique.* Phytoma, 3e année, nº 21, p. 10-13, 1950.

220. Chabannes, J., Trocme, S. et Barbier, G. — *Observations sur la carence zincique du pommier.* C. R. Acad. Agric. France, 36, p. 624-626, 1949.

221. Chabannes, J., Trocme, S. et Barbier, G. — *Observations sur la carence zincique du pommier.* Ann. Inst. Nat. Rech. Agron., 1re année, nº 3, p. 362-367, 1950.

222. Chesters, C. G. and Robinson, G. N. — *Role of zinc in metabolism.* Nature, London, 165, p. 851-852, 1950.

223. Chesters, C. G. and Robinson, G. N. — *The role of zinc in plant metabolism.* Biol. Rev., Cambridge Philos. Soc., vol. 26, nº 3, p. 239-252, 1951.

224. Coombe, B. G. — *Zinc treatment of Sultana vines.* So. Austral. Dept. Agric. J., 53, p. 59, 61, 1949.

225. Delmas, H. G. et Bernhard, R. — *La carence en zinc des arbres fruitiers.* Bull. Techn. Informa., Paris, nº 60, p. 365-373, 1951.

226. Dunne, T. C. and Elliott, H. G. — *Zinc fertilizers for subterranean clover at Kendenup.* J. Agric. W. Austr. 27, p. 115-117, 1950.

227. Forster, J. W. and Derrison, F. W. — *Role of zinc in metabolism.* Nature, London, 166, p. 833-834, 1950.

228. HEWITT, E. J. and JONES, E. W. — *The effect of zinc and copper deficiencies on crop plants grown in sand culture.* Agric. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 56-63, 1951.

229. HOYMAN, W. G. — *The effect of zinc-containing dusts and sprays on the yield of potatoes.* Amer. Potato J., 26, p. 256-263, 1949.

230. MACDOWALL, F. D. — *The effects of some inhibitors of photosynthesis upon the photochemical reduction of a dye by isolated chloroplasts.* Plant Physiol., 24, p. 462-480, 1949.

231. MULDER, D. — *Zinc deficiency of fruit trees in Europe.* Lotsya, 3, p. 85-86, 1950.

232. MULDER, D. — *Der Zinkmangel im europäischen Obstbau.* Phytopath. Z., 16, p. 510-511, 1950.

233. QUINLAN-WATSON, T. A. — *Aldolase activity in zinc-deficient plants.* Nature, London, 167, p. 1033-1034, 1951.

234. RICEMAN, D. S. — *Mineral deficiency in plants on the soils of the Ninetymile Plain in South Australia. 4. Effect of cover crops and phosphate on subterranean clover, lucerne, and Phalaris sown with zinc and copper on Laffer sand, near Keith.* Commonwealth Scient. and Industr. Res. Organ., Australia, Bull. nº 249, 32 p., 14 pl., Melbourne, 1949.

235. TSUI, C. — *Zinc and plant respiration.* Nature, London, 164, nº 4179, p. 970, 1949.

236. VAN DER MERWE, J. H. — *The spectrographic determination of zinc in plant material.* Sci. Bull. Dept. Agric. S. Afr., 277, 25 p., 1949.

237. VIETS, F. G. Jr. — *Zinc deficiency of corn and beans on newly irrigated soils in Central Washington.* Agron. J., 43, p. 150-151, 1951.

238. WADE, G. C. — *Little leaf of apples.* Tasmanian Jour. Agric., 20, 2, p. 101, 1949.

239. WANN, F. B. and THORNE, D. W. — *Zinc deficiency of plants in the Western States.* Sci. Mo., 70, p. 180-184, 1950.

240. WOOD, J. G. and SIBBY, P. M. — *The distribution of zinc in oat plants.* Austr. J. Sci. Res., Ser. B : Biol. Sci., 3, p. 14-27, Feb. 1950.

FER

241. CARLSON, C. W. and OLSON, R. V. — *Iron-manganese ratios in nutrient solutions in relation to the chlorosis of sorghum plants.* Proc. 1950 Soil Sci. Soc. Amer., 15, p. 251-254, 1951.

242. EPSTEIN, E. and STOUT, P. R. — *The micronutrient cations iron, manganese, zinc and copper : their uptake by plants from the adsorbed state.* Soil. Sci., vol. 72, nº 1, p. 47-65, 1951.

243. GREENWOOD, M. and HAYFRON, R. J. — *Iron and zinc deficiencies in cacao in the Gold Coast.* Emp. J. Expt. Agr., 19, p. 73-86, 1951.

244. GUEST, P. L. and CHAPMAN, H. — *Investigations on the use of iron sprays, dusts, and soil applications to control iron chlorosis of Citrus.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 54, p. 11-21, 1949.

245. HEWITT, E. J. — *Experiments on iron metabolism in plants.*

I. Some effects of metal-induced iron deficiency. Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1948, p. 66-80, 1949.

246. HEWITT, E. J. — *Experiments on iron metabolism in plants. III. The relation of molybdenum and nitrogen supply to metal-induced iron deficiency in sugar beet.* Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 64-70, 1951.

247. JONES, E. W. and HEWITT, E. J. — *Experiments on iron metabolism in plants. II. The inter-relationship of iron and potassium in the metabolism of the potato plant.* Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1949, p. 49-57, 1950.

248. JONES, E. W. — *Experiments on iron metabolism in plants. IV. The inter-relationship of iron and potassium in the potato as affected by the presence of calcium carbonate.* Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol. Ann. Rpt. 1950, p. 71-83, 1951.

249. MAYER, A. M. and GORHAM, E. — *The iron and manganese content of plants present in the natural vegetation of the English Lake District.* Ann. Bot., n. s., vol. 15, nº 58, p. 247-263, 1951.

250. MESA-BERNAL, D. — *El hierro en la vida de las plantas* (Le fer dans la vie des plantes). Agric. Trop., Bogota, 6, nº 7, p. 43-48 ; nº 8, p. 45-47, 1950.

251. OLSON, R. V. and CARLSON, C. W. — *Iron chlorosis of sorghums and trees as related to extractable soil iron and manganese.* Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1949, 14, p. 109-112, 1950.

252. SIDERIS, C. P. and YOUNG, H. Y. — *Growth and chemical composition of Ananas comosus, in solution cultures with different iron-manganese ratios.* Plant Physiol., 24, nº 3, p. 416-440, 1949.

253. TROYMAN, E. S. — *The iron and manganese requirements of plants.* New Phytol., 50, p. 210-226, 1951.

IODE

254. BLACK, W. A. — *Seasonal variation in chemical composition of some of the littoral seaweeds common to Scotland. 2. Fucus serratus, Fucus vesiculosus, Fucus spiralis and Pelvetia canaliculata.* J. Soc. Chem. Indust., 68, p. 183-189, 1949.

255. CAMPBELL, R. B. and YOUNG, E. G. — *The iodine content of fruits and vegetables.* Can. J. Res., 27F, p. 301-306, 1949.

256. CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU. — *Iodine and plant life. Annotated bibliography 1813-1949.* 114 p., London, 1950.

257. HOUSTON, F. G. — *Microdetermination of iodine in plant material.* Anal. Chem., 22, p. 493-494, 1950.

258. IODINE EDUCATIONAL BUREAU. — *Iodine. Abstracts and reviews.* Vol. I, nº 2, 34 p. New York, October 1949.

259. MUIRHEAD, I. — *The fungistatic activity of ethylenic and acetylenic compounds. 3. The fungistatic activity of tetraiodo-ethylene and related compounds.* Ann. Appl. Biol., 36, p. 250-256, 1949.

260. RINCK, E. et BROUARDEL, J. — *L'iode chez Laminaria flexicaulis*

et la transmutation supposée de cet élément. Bull. Inst. Oceanogr., n° 959, 48 p., 1949.
261. SNYDER, W. E. — *Some responses of plants to 2, 3, 5 – triiodobenzoicacid.* Plant Physiol., vol. 24, p. 195-206, 1949.

ARSENIC

262. BARRET, A. et BIDAN, P. — *Influence de l'apport d'arsenic sur l'activité microbienne du sol.* Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Série A. Ann. Agr., 1re année, p. 21-25, 1950.
263. BOISCHOT, P. et Melle TYSZKIEWICZ. — *Absorption de l'arsenic par les plantes.* C. R. Acad. Agr. France, 36, p. 678-679, 1949.
264. BONNER, J. — *Arsenate as a selective inhibitor of growth-substance action.* Plant Physiol., 25, p. 181-184, 1950.
265. THOMPSON, A. H. and BATJER, L. P. — *Effect of various soil treatments for correcting arsenic injury of peach trees.* Soil Science, vol. 69, n° 4, p. 281-290, 1950.

LES ÉLÉMENTS MINEURS ET LA BIOLOGIE ANIMALE

GÉNÉRALITÉS

266. ALLMAN, R. T. and HAMILTON, T. S. — *Nutritional deficiencies in livestock.* F. A. O. Agric. Studies, n° 5, 102 p., 1949.
267. DUCKWORTH, Dr. — *The mineral needs of farm stock.* Farming, vol. 4, n° 9, p. 267-270, September 1950.
268. FAVIER, J. — *Équilibre minéral et santé.* 403 p., 34 photos, 4 graph. Librairie Le François, Paris, 1951.
269. FRENS, A. M. — *Over de kwantitatieve behoeften van het rundvee aan mineralen.* Landbouwkundig Tijdschrift, 62, 1-2, p. 75-88, Januari-Februari 1950.
270. HAAG, J. R. — *Minerals for livestock.* Oregon State Coll., Agr. Expt. Sta., Station Bull. 503, 12 p., October 1951.
271. HENNAUX, L. — *Les oligo-éléments minéraux dans l'alimentation animale.* Rapports préliminaires et rapports généraux du IIe Congrès national de Zootechnie bovine tenu à Bruxelles les 29 et 30 octobre 1949. Tome I, p. 201, 1949.
272. KLOSTERMAN, E. W., DINUSSON, W. E., LASLEY, E. L. and BUCHANNAN, M. L. — *Effect of trace minerals on growth and fattening of swine.* Science, 112, p. 168-169, 1950.
273. MARSTON, H. R. — *The organization and work of the division of biochemistry and general nutrition of C. S. I. R.* Proc. Roy. Soc., London, A 199, p. 273-294, 1949.
274. MITCHELL, H. H. — *Minerals in livestock feeding.* University of Illinois. Coll. of Agric., Circular 688, 16 p., September 1951.
275. SVANBERG, O. — *Mineral deficiencies and mineral intoxications with special reference to trace element.* Internat. Grassland Congr. Rpt. 5, p. 249-257, 1949.

276. Svanberg, O. and Von Hofsten, C. G. — *On administration of minor elements to dairy cows.* The Annals of the Royal Agric. Coll. of Sweden, vol. 17, p. 100-106, 1950.

277. Tyler, C. — *Animal nutrition.* p. 57-63. Frontiers of Science Series. Chapman and Hall Ltd., London, 1950.

IODE

278. Buydens, R. — *L'importance du fluor et de l'iode dans les eaux d'alimentation.* Bull. Centre belge d'Étude et de Documentation des Eaux, nº 13, p. 145-150, 1951.

279. Chilean Iodine Educational Bureau. — *Iodine for animal health.* 44 p. London, 1951.

280. Perrault, M. et Kirsch, Fr. — *Données récentes concernant le goitre endémique.* Ann. Nutr. et Aliment., vol. 5, nº 1, p. 3-39, 1951.

281. Roche, J. — *Les protéines iodées et leur utilisation comme agents galactogènes.* Ann. Nutr. Aliment., 5, p. 195-206, 1951.

CUIVRE

282. Cunningham, I. J. — *The control of copper deficiency in lambs in New Zealand.* The New Zealand Journal of Science and Technology. A. Agric. Research Sect., vol. 31, nº 1, p. 42-48, June 1949 (1950).

283. Davis, G. K. — *Borderline copper deficiency in young and old cattle.* Victory Farm Forum, nº 34, p. 8-9, 1949.

284. Davis, G. K. — *Influence of copper on development of cattle.* Victory Farm Forum, nº 34, 3, p. 13-14, 1949.

285. Davis, G. K. — *Copper deficiency symptoms in mature cattle.* Victory Farm Forum, nº 35, p. 13-14, 1949.

286. Davis, G. K. — *Cattle health and copper.* Rural New Yorker, 99, p. 562, 577, 1949.

287. Green, H. H. — *Copper and molybdenum in relation to diseases of cattle and sheep in Great Britain.* Proc. Spec. Conf. Plant and Anim. Nutrit. Australia, p. 293-299, 1949.

288. Jamicson, S. and Allcroft, R. — *Copper deficiency in cattle.* Scottish Agriculture, vol 29, nº 2, Autumn 1949.

289. Kappelle, D. — *Onderzoek naar het kopergehalte van runderbloed en naar het koper- en cobaltgehalte van gras.* Landbouwk. Tijdschr., Wageningen, 63, 5, p. 302-318, 1951.

290. Mc Ebroy, W. D. and Glass, B. — *Copper metabolism. A symposium on animal, plant and soil relationships.* 443 p., 73 fig., 55 tabl. The John Hopkins Press, Baltimore (Maryland), U. S. A., 1951.

291. Singer, L. and Davis, G. K. — *Pantothenic acid in copper deficiency in rats.* Science, 111, p. 472-473, 1950.

COBALT

292. Allo, A. V. — *Benefits from topdressing and cobalt applications*

Development of former bush-sick areas in Tauranga County. N. Z. J. Agric., 81, p. 67-74, 1950.

293. Becker, D. E., Smith, S. E. and Loosli, J. K. — *Vitamin B_{12} and cobalt deficiency in sheep.* Science, 110, p. 71-72, 1949.

294. Beeson, K. C. — *Cobalt occurrence in soils and forages in relation to a nutritional disorder in ruminants. A review of the literature.* U. S. Dept. Agric., Inform. Bull. n° 7, 44 p., 1950.

295. Das, P. K. and Stewart, J. — *The appetite of lambs grazing cobalt-deficient pasture.* The Empire Journal of Experimental Agriculture, vol. 18, n° 70, p. 112-118, April 1950.

296. Dinusson, W. E., Klosterman, E. W., Lasley, E. L., Holm, G. C. and Buchanan, M. L. — *Cobalt, B_{12} (APF) and meat scraps for growing-fattening swine.* North Dakota Agric. Exp. Stat. Bull., vol. 13, n° 4, p. 146-149, 1951.

297. Jaffe, W. G. — *El cobalto como microelemento essencial para la reproduccion animal y su relacion con la vitamina B_{12}.* Arch. Ven. de Nutr., 2, p. 19-31, 1951.

298. Lee, H. J. — *The variable incidence of cobalt and copper deficiencies in sheep on incipiently deficient terrain.* Proc. Spec. Conf. Plant and Anim. Nutr. Australia, p. 262-266, 1949.

299. Marston, H. R., Lee, H. J. and Mc Donald, I. W. — *Primary site of the action of cobalt in ruminants.* Nature, London, 164, p. 529-530, 1949.

300. Svanberg, O. and Ekman, P. — *Some analytical work on cobalt in Swedish hay and soils.* Ann. Royal Agric. Coll. of Sweden, Uppsala, vol. 16, p. 558-567, 1949.

301. Van Laer, H. — *La vitamine B_{12} et le cobalt.* Rev. Ferment. et Ind. Alim., 4e année, t. 4, n° 3, p. 82-86, 1949.

MAGNÉSIUM

302. Bird, F. H. — *Magnesium deficiency in the chick. I. Clinical and neuropathologic findings.* J. of Nutr., 39, p. 13-29, 1949.

303. Cheng, A. L., Morehouse, M. G. and Deuel, H. J. — *The effect of the level of dietary calcium and magnesium on the digestibility of fatty acids, simple triglycerides, and some natural and hydrogenated fats.* Journ. of Nutr., 37, p. 237, 1949.

304. Garner, R. J. — *Availability of magnesium of grass to the ruminant.* Nature, London, 164, p. 458, 1949.

305. Scott, E. M., Verney, E. L. and Morissey, P. D. — *Self selection of diet. XI. Appetites for calcium, magnesium and potassium.* Jour. of Nutr., 41, p. 187-201, 1950.

MANGANÈSE

306. Grummer, R. H., Bentley, O. G., Philips, P. H. and Bohstedt, G. — *The role of manganese in growth, reproduction and lactation of swine.* Jour. Anim. Sci., vol. 9, n° 2, p. 170-175, 1950.

307. Hill, R. M., Holtkamp, D. E., Buchanan, A. R. and Rutledge, E. K. — *Manganese deficiency in rats with relation to ataxia and loss of equilibrium.* J. Nutrition, 41, p. 359-371, 1950.
308. Holtkamp, D. E., Hill, R. M., Toll, L. and Campbell, E. — *The effect of growth of the level of manganese in the diet of rats with some observations on the manganese – thiamine relationship.* J. Nutrition, 41, p. 307-316, 1950.

SODIUM

309. Grunert, R. R. and Phillips, P. H. — *Sodium and its relation to alloxan diabetes and glutathione.* J. Biol. Chem., 181, p. 821-827, 1949.
310. Meyer, J. H., Grunert, R. R., Zepplin, M. T., Grummer, R. H., Bohstedt, G. and Phillips, P. H. — *Effect of dietary levels of sodium and potassium on growth and on concentrations in blood plasma and tissues of white rat.* Am. J. Physiol., 162, p. 182-188, 1950.
311. Meyer, J. H., Grunert, R. R., Grummer, R. H., Phillips, P. H. and Bohstedt, G. — *Sodium, potassium and chlorine content of feeding stuffs.* J. Animal Sci., 9, p. 153-156, 1950.
312. Olsson, N. — *The influence of some mineral salts on the metabolism of ruminants.* Kgl. Lantbruks-Högskol. Ann., 16, p. 101-113, 1949.
313. Scott, E. M., Verney, E. L. and Morissey, P. D. — *Self selection of diet. X. Appetites for sodium, chloride, and sodium chloride.* J. Nutrition, 41, p. 173-186, 1950.

LES ÉLÉMENTS MINEURS ET LE SOL

GÉNÉRALITÉS

314. Carrigan, R. A. — *Some problems in the use of minor elements on Florida soils.* Proc. Asso. So. Agr. Workers, 47, p. 57-58, 1950.
315. Hasler, A. — *Über den Kalk und seine Beziehung zu andern Nährstoffen, insbesondere zu Spurenelementen.* Landw. Jb. Schweiz, 65, p. 668-683, 1951.
316. Hébert, J. — *Comparaison du nitrate de chaux et du nitrate de soude en ce qui concerne la mobilisation de la chaux et de l'acide phosphorique dans quatre sols.* Ann. Inst. Nat. Rech. Agron., série A, Ann. Agr., 2e année, n° 3, p. 334-342, 1951.

SODIUM

317. Cassidy, N. G. — *Exchangeable sodium and the physical properties of soils.* Queensland jour. Agric. Sci, 1, p. 140-156, 1949.
318. Mc Lean, E. O. — *Interrelationships of potassium, sodium and calcium as shown by their activities in Beidellite clay.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 1950, 15, p. 102-106, 1951.

319. MORANI, V. e STRADAIOLI, G. — *Il sodio scambiabile nei terreni italiani*. (Le sodium échangeable des sols italiens). Ann. Speriment. Agraria, n. s., vol. 5, nº 6, p. 1447-1466, 1951.

320. LÉONARD, C. D. and BEAR, F. E. — *Sodium as a fertilizer for New-Jersey soils*. New Jersey Agric. Exp. Sta., Bull. 752, 24 p., 1950.

MANGANÈSE

321. BARBIER, G., TROCME, S. et CHABANNES, J. — *Carence en manganèse de cultures irriguées à l'eau d'égout : ses causes*. C. R. Acad. Sci., Paris, 230, p. 465-467, 1950.

322. BROMFIELD, S. M. and SKERMAN, V. B. — *Biological oxidation of manganèse in soils*. Soil Sci., vol. 69, p. 337-349, 1950.

323. COÏC, Y. et COPPENET, M. — *Étude de carences en manganèse dans les sols très humifères de Bretagne*. C. R. Acad. Sci., Paris, 228, p. 1379-1381, 1949.

324. COÏC, Y. et COPPENET, M. — *La carence en manganèse dans les terres humifères de Bretagne*. C. R. Acad. Agr. France, nº 8, p. 323, 1949.

325. DHAWAN, C. L., SINGH, J. and BHATNAGAR, B. B. — *Oxidation of manganèse compounds in soils*. Indian J. Agric. Sci., 20, p. 343-346, 1950.

326. HEINTZE, S. G. and MANN, P. J. — *Studies on soil manganese*. J. Agr. Sci., 39, p. 80-95, 1949.

327. JONES, L. H., SHEPARDSON, W. B. and PETERS, C. A. — *The function of manganese in the assimilation of nitrates*. Plant Physiology, 24, nº 2, p. 300-306, 1949.

328. JONES, L. H. and LEEPER, G. W. — *Available manganese oxides in neutral and alkaline soils*. Plant and Soil, vol. 3, nº 2, p. 154-159, 1951.

329. MIDDELBURG, H. A. — *Manganese mobilisation and fertility of tropical volcanic ash soils*. Trans. 4th Int. Congr. Soil Sci., II, p. 136-137, 1950.

330. OUELLETTE, G. J. — *Toxicité du manganèse dans les sols fortement acides*. Agriculture, Montréal, vol. 7, nº 4, p. 319-322, 1950.

331. SKERMAN, V. B. and BROMFIELD, S. M. — *Biological oxidation of manganous sulphate in soils*. Nature, London, 163, p. 575, 1949.

332. TOTH, S. J. — *Manganese status of some New Jersey soils*. Soil Sci., vol. 71, nº 6, p. 467-472, 1951.

333. TROCME, S., BARBIER, G. et CHABANNES, J. — *Recherches sur la chlorose, par carence de manganèse, des cultures irriguées à l'eau d'égout*. Ann. Inst. Nat. Rech. Agr., Série A, Ann. Agr., 1re année, nº 5, p. 663-685, 1950.

334. TROCME, S. et BARBIER, G. — *Sur l'inactivation dans les sols des sels manganeux employés comme engrais*. C. R. Acad. Sci., Paris, 230, p. 572-574, 1950.

MOLYBDÈNE

335. Cunningham, I. J. and Hogan, K. G. — *Increases in the molybdenum content of pasture on an acid peat soil from topdressing with ammonium molybdate.* New Zealand J. Sci. Techn., vol. 31, n° 1, p. 39-41, 1949 (1950).

336. Evans, H. J., Purvis, E. R. and Bear, F. E. — *Effects of soil reaction on availability of molybdenum.* Soil Sci., 71, p. 117-124, 1951.

337. Fujimoto, G. and Sherman, G. D. — *Molybdenum content of typical soils and plants of the Hawaian Islands.* Agron. J., 43, p. 424-429, 1951.

338. Plant, W. — *The relation of molybdenum deficiency to the acid soil complex.* Trans. Fourth Internat. Congr. Soil Sci., 2, p. 148-151, 1950.

339. Robinson, W. O., Edgington, G., Armiger, W. H. and Breen, A. V. — *Availability of molybdenum as influenced by liming.* Soil Sci., vol. 72, n° 4, p. 267-274, 1951.

MAGNÉSIUM

340. Bausch, J. — *De kalk- en magnesiumvoorziening van de Nederlandse cultuurgronden.* Landbouwk. Tijdschr., 62, p. 227-232, 1950.

341. Castenmiller, G. M. — *Wat is er met het magnesium aan de hand ?* Maandbl. Landbouwvoorlichtingsdienst, 's-Gravenhage, 8, n° 4, p. 148-162, 1951.

342. Marel, H. W. van der. — *Het beschikbaar komen van kalium en magnesium voor de plant uit bodemmineralen bij verschillende grondsoorten.* Landbouwk. Tijdschr., 62, p. 178-189, 1950.

343. Prince, A. B. — *Magnesium economy in the Coastal Plain soils of New Jersey.* Soil. Sci., vol. 71, n° 2, p. 91-98, 1951.

344. Smith, H. V., Buehrer, T. F. and Wickstrom, G. A. — *Effect of exchangeable magnesium on the chemical and physical properties of some Arizona soils.* Soil Sci., 68, p. 451-462, 1949.

345. Van Schuylenborgh, J. en Veenenbos, J. S. — *Over de invloed van magnesium op de structuur van sedimenten.* Landbouwk. Tijdschr., 63, 11, p. 709-714, 1951.

BORE

346. Berger, K. C. — *Boron in soils and crops.* Advances in Agron., vol. 1, p. 321-351, 1949.

347. Hobbs, J. A. and Bertramson, B. R. — *Boron uptake by plants as influenced by soil moisture.* Proc. Soil. Soc. Amer., 14, p. 257-261, 1949.

348. Kubota, J., Berger, K. C. and Truog, E. — *Boron movement in soils.* Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 1948, 13, p. 130-134. 1949.

349. Powers, W. L. and Jordan, J. V. — *Boron in Oregon soils and plant nutrition.* Soil. Sci., 70, p. 99-107, 1950.

350. Wilson, C. M., Lovvorn, R. L. and Woodhouse, W. W. Jr. — *Movement and accumulation of water-soluble boron within the soil profile.* Agr. Jour., vol. 43, n° 8, p. 363-367, 1951.

351. Winsor, H. W. — *Boron sources of moderate solubility as supplements for sandy soils.* Soil Science, 69, n° 4, p. 321-332, 1950.

352. Winsor, H. W. — *Boron retention in Rex fine sans as related to particle size of Colemanite supplements.* Soil Sci., vol. 71, n° 2, p. 99-103, 1951.

353. Wright, A. C. and Gridley, E. J. — *Note on boron deficiency in Wharekohe Silt Loam.* N. Z. J. Sci. and Techn. A. Agric. Res. Sect., vol. 31, n° 4, p. 36-39, 1949 (1950).

FER

354. Betremieux, R. — *Étude expérimentale de l'évolution du fer et du manganèse dans les sols.* Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Série A. Ann. Agr., 2e année, n° 3, p. 193-295, mai-juin 1951.

355. Boischot, P. et Durroux, M. (Melle). — *Fixation du fer et du manganèse dans les sols calcaires.* C. R. Acad. Sci., 229, p. 380-381, 1949.

356. Boischot, P., Durroux, M. (Melle) et Sylvestre, G. (Melle). — *Étude sur la fixation du fer et du manganèse dans les sols calcaires.* Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Série A. Ann. Agr., 1re année, n° 3, p. 307-315, 1950.

357. Deb, B. C. — *The movement and precipitation of iron oxides in podzol soils.* J. Soil Sci., 1, p. 110-112, 1949.

358. Themlitz, R. — *Beitrag zur Kenntnis des Nontronits unter besonderer Berücksichtigung der Eisensorption.* Z. Pfl. Ernähr., Düng., 54, p. 249-272, 1951.

CUIVRE

359. Lagerwerff, J. V. — *De bepaling van koper in grond- en gewasmonsters.* Landbouw. Tijdschr., 62, 4-5, p. 282-291, April-Mei 1950.

360. Lees, H. — *Copper-retaining power of a humic acid from peat soil.* Biochem. J., 46, p. 450-451, 1950.

361. Lundblad, K., Svanberg, O. and Ekman, P. — *The availability and fixation of copper in Swedish soils.* Plant and Soil, 1, p. 277-302, 1949.

362. Steenbjerg, F. and Boken, E. — *Copper contents and copper deficiency in Danish soil types.* Plant and Soil, vol. 2, n° 2, p. 195-221, 1950.

363. Vermaat, J. G. and Bie, G. J. — *On the occurrence of copper in tropical soils.* Plant and Soil, 2, p. 257-281, 1950.

ZINC

364. Brown, A. L. — *Zinc relationships in Aiken clay loam.* Soil Sci., 69, p. 349-358, 1950.

365. ELGABALY, M. M. — *Mechanism of zinc fixation by colloidal clays and related minerals.* Soil Science, vol. 69, n° 3, p. 167-173, 1950.

IODE

366. KÖHN, M. — *Ueber den Iodgehalt van Böden und Wässern aus einigen kropfreichern und Kropfärmeren südbasischen Orten.* Zeitschr. für Pfl. Ernähr., Düng., 45, 90, p. 148-158, 1949.

ARSENIC

367. MARGULIS, H. et BOURNIQUEL, R. — *Action de l'acide arsénieux sur le sol.* Ann. Agron., 19e année, n° 4, p. 550-566, 1949.

368. MARGULIS, H. — *Répartition de l'arsenic dans un sol d'un verger établi sur boulbène.* C. R. Acad. Agric. France, t. 36, n° 3, p. 111-112, 1950.

369. TRELLES, R. A. y AMATO, F. D. — *Arsenico, vanadio y molibdeno en algunos estratos de la Republica Argentina.* An. Soc. Scient. Argentina, 149, p. 93-107, 1949.

370. WIKLANDER, L. — *Solubility of arseniate in synthetic systems and soils.* Ann. École sup. Agr. Suède, 17, p. 342-358, 1950.

TABLE DES MATIÈRES

Documentation

ÉTUDE DU PROBLÈME DU NETTOYAGE ET DE LA DÉSINFECTION EN LAITERIE. BIBLIOGRAPHIE.

Au cours de l'étude sur la pasteurisation du lait effectuée à la Station Laitière, en 1948-1950, avec l'aide de l'I. R. S. I. A. et du Comité scientifique et technique pour l'Étude du Lait et de ses Dérivés, il s'avérait que la qualité du lait pasteurisé était dépendante en ordre principal de la réinfection du lait après pasteurisation (Piraux, E., Lacrosse, R. et Querton, V. F. (*) : Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux, Tome XIX, n°s 1-2, 1951).

Il fut constaté que dans beaucoup de laiteries, cette réinfection était due à un nettoyage et à une désinfection insuffisants du matériel en contact avec le lait.

L'étude du nettoyage et de la désinfection en laiterie fut réalisée en 1950-1952 en vue d'apporter une amélioration de la qualité du lait de consommation.

Le présent travail bibliographique fut à la base de l'étude réalisée dans les laiteries et il a semblé utile de rassembler les renseignements concernant les produits de nettoyage et les diverses techniques de nettoyage et désinfection des divers appareils utilisés pour le traitement du lait de consommation.

De nombreuses indications pratiques nous ont été communiquées par les firmes de produits de nettoyage.

La plupart des données théoriques ont été puisées dans toute une série de publications.

Les livres consultés sont les suivants :

PHELPS, E. B. : *Public health engineering : A text book of the principles of environmental sanitation. Vol II, part.* 3. John Wiley and Sons, Inc., N. Y.

Davis Dictionnary of dairying. Leonard Hill Limited, 17, Stratford Place, W. I, 1950.

ADAM and SHUTE : *Wetting and detergency.* 2nd edition, pp. 53-56. New-York, Chemical Pub. Co, 1939.

BENNET, H. : *Practical emulsions.* Chemical Publishing Corporation, Brooklyn, U. S. A., 1947.

(*) *Comité pour l'Étude scientifique et technique du Lait : Recherches sur la pasteurisation du lait en Belgique. Conclusions générales des recherches effectuées en 1948-1950.*

BERKMAN, S. and EGLOFF, G. : *Émulsions and foams.* Reinhold Publishing Corporation, 330, West Forty Second Street, New-York, U. S. A.

THOMPSEN and MC CUTCHEON : *Soap and detergents.* Mac Nair-Dorland Co., 254, West 31st Street, N. Y.

Bibliography of reports on soaps and detergents. 22 p. July 1950. Office of Technical Services Dept of Commerce, Washington, D. C.

KANEGIS, James : *Synthetic detergent literature. A survey of recent literature on soaps versus synthetic detergents.* U. S. Department of Commerce.

SCHARTZ, A. and PERRY, W. JAMES : *Surface active agents.* 1949. Interscience Publishers, Inc., New-York.

PARKER : *Food plant sanitation.* Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1948.

Klenzade Products : *Dairy sanitation handbook.*

James Laboratories Chicago : *Good sanitation is good business.*

Milk Industry Foundation, 1001, Fifteenth Street, N. W. Washington 5 D. C. : *Laboratory manual. Methods of analysis of milk and its products.*

WILSTER : *Testing dairy products and dairy plant sanitation.* Corvallis, Oregon, 1950.

Tykor Products, 350, Madison Avenue, New-York 17, N. Y. : *Dairy plant handbook.*

ELLIKER, P. R. : *Practical dairy bacteriology.* Mc Graw-Hill Book Company.

DARGENT : Thèse. Bibliothèque Chaire de technologie de l'Institut Agronomique de l'État à Gembloux. *Le nettoyage et la désinfection des bouteilles en laiterie.*

CAMMERLYNCK : *Le nettoyage à la laiterie.* Brochure en flamand rédigée à l'usage du personnel subalterne des laiteries.

Documentation et publications transmises par les firmes de produits de nettoyage.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE NETTOYAGE ET LA DÉSINFECTION

Le lait étant un excellent milieu de culture pour tous les microbes, il est de première importance que toutes les surfaces en contact avec le lait soient convenablement nettoyées et désinfectées.

Le *but du nettoyage* est d'éliminer des surfaces de l'équipement laitier, le lait ou les autres résidus.

Le *but de la désinfection* ou stérilisation est de détruire tous les germes qui pourraient subsister sur les surfaces nettoyées.

JACOBSEN : *Méthodes et matériel pour le nettoyage des installations laitières.* Milk Plant Monthly, p. 24, nov. 1946.

SHOGREN : *Approche moderne de nettoyage du matériel de laiterie.* Milk Plant Monthly, p. 45, déc. 1946.

WHITE CHARLES : *Hygiène de l'installation.* Milk Plant Monthly, p. 34, fev. 1947.

BAKER : *Hygiène planifiée d'une installation laitière.* The Milk Dealer, p. 118, mars 1948.

TURNER : *Hygiène.* The Milk Plant Monthly, p. 53, dec. 1948.

ROBINSON : *Hygiène d'une installation moderne de pasteurisation (agents mouillants et méthodes de nettoyage).* The Milk Dealer, p. 47, déc. 1948.

ASHTON : *Le nettoyage des appareils de laiterie.* Congrès International de Laiterie 1949, Stockholm. Vol. III, p. 267.

POSTHUMUS : *Nettoyage de l'équipement des laiteries et contrôle de l'efficacité des procédés de lavage.* Congrès International de laiterie, 1949, Stockholm. Vol. III, p. 288.

DAVID LEROY : *L'air des laiteries.* The Milk Industry, janv. 1951, p. 68.

MARTIN, A. : *L'hygiène à l'établissement laitier.* Avr. 1951, p. 18, Le Québec Laitier.

MYRICK : *Attention aux brosses.* Le Lait, mai-juin 1951, p. 289.

L'hygiène dans la fabrique de lait de consommation. Zuivelbereiding en Handel, 1951, juin 26, p. 313.

Nouveaux développements pour le nettoyage. The Milk Plant Monthly, juillet 1951, p. 38.

Efficience pour le nettoyage en laiterie. Milk Plant Monthly, juin 1951, p. 38.

Le nettoyage de l'équipement laitier. The Milk Dealer, sept. 1951, p. 47.

S. P. E. L. 1951 : *Nettoyage et désinfection en laiterie.*

GIROUX : *Nettoyage du matériel de laiterie et vérification de son efficacité.* Congrès International de Laiterie, Stockholm, 1949, Vol. III, p. 274.

DÉTERGENCE EN LAITERIE

La chimie du nettoyage en industrie alimentaire a été étudiée scientifiquement au cours de ces dernières années.

L'action d'un produit de nettoyage sur la substance à éliminer a été appelée « détergence ».

RESUGGAN : *Certains aspects de la détergence (chimie et physique).* Dairy Industries, Sept. 1947, p. 852.

RESUGGAN : *Chimie et physique de la détergence. II. Pouvoir mouillant. Activité de surface.* Dairy Industries, Oct. 1947.

RESUGGAN : *La détergence en industrie alimentaire.* Food Manufacture Vol. 22, nº 4, 1947, avril 1, p. 153 ; nº 5, mai I, p. 203 ; nº 7, juil. 1, p. 299.

RESUGGAN : *Détergence.* The Milk Industry, dec. 1948, janv.-fév., mars-avril 1949.

FREEBORN : *Recherches sur la détergence.* Dairy Industries, juillet 1949, p. 712.

Chimie du nettoyage de l'équipement de laiterie à la ferme. The Milk Dealer, janv. 1950, p. 104-107.

CLEMENTS : *Détergence en laiterie.* Dairy Industries, Octobre 1950.

LES DÉTERGENTS

On peut appeler détergent, toute substance qui additionnée avec de l'eau, améliore sa faculté d'éliminer les dépôts non désirés d'un ustensile ou d'une surface.

Les produits de nettoyage utilisés en laiterie peuvent être des *détergents simples* tels que la soude caustique, le carbonate de soude, le métasilicate et orthosilicate de soude, le phosphate trisodique, les polyphosphates (hexametaphosphates de soude), le sulfite de soude ; *des combinaisons* de produits de nettoyage. De réels progrès ont été réalisés dans ce domaine. Le plus souvent les détergents équilibrés constituent un secret de fabrication et leur composition varie à l'infini, le plus souvent suivant le rôle que le détergent a à jouer.

ROGERS and EVANS : *Nettoyage de l'équipement laitier avec du phosphate trisodique.* Journal of Dairy Science, déc. 1936, vol. 19, N° 12, p. 733-738.

HILLEROD, 1939 : *Essais de divers produits de nettoyage (P_3 — P_3Z — phosphate trisodique + soude — P_3 tritex).* 27e rapport, p. 69.

PARKER, M. E. : *Détergents acides en hygiène alimentaire.* Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 35, n° 1, janv. 1943, p. 100.

MC BAIN and RICHARDS : *Solubilisation des liquides organiques insolubles par des détergents.* Industrial and Engineering Chemistry, 1946, juin, p. 642.

RESUGGAN : *Emploi de détergents et agents chimiques stérilisants en industrie laitière.* Dairy Industries, juillet 1946, p. 505.

MILTON LESSER : *Produits de nettoyage pour laiterie.* Soap and Sanitary Chemicals, 1948, mai, p. 40.

IRVING REICH and FOSTER DEE SNELL : *Diphase metal cleaners. Preferentiel wetting by the two phases.* Industrial and Engineering Chemistry, juillet 1848, p. 1233.

CASTLE and GLUCKSMANN : *Détergents.* Dairy Industries, juillet 1948, p. 665, août 1948, p. 769.

REICH and FOSTER DEE SNELL : *Diphase metal cleaners. Relation of emulsion stability to cleaning efficiency.* Industrial and Engineering Chemistry, 1948, déc.

IRA SOMERS : *Comment sélectionner les détergents pour le nettoyage dans les industries alimentaires.* Food Industries, mars 1949, p. 72.

HIPKINS : *Le détergent en pratique.* The Milk Industry, déc. 1949, p. 72.

Développements concernant les détergents. Soap and Sanitary Chemicals, mai 1950, p. 37.

Détergents dans l'avenir. Soap and Sanitary Chemicals, juin 1950, p. 37.

RESUGGAN : *Les détergents modernes sont-ils nuisibles?* The Dairyman, juillet 1950, p. 387.

Esnea (organe laitier argentin) : *Les détergents en industrie laitière.* 17 novembre 1950.

POSTHUMUS : *L'utilisation des produits de nettoyage à la laiterie.* Officieel orgaan van de Algemeene Nederlandsche Zuivel Bond. 27 décembre 1950.

Les détergents en laiterie. The Milk Industry, sept. 1951, p. 46.

Produits de nettoyage pour l'industrie laitière. Le Lait, mai-juin 1951, p. 262.

LES MOUILLANTS

On tend de plus en plus à additionner aux divers produits de nettoyage un agent mouillant. Celui-ci a pour but de rendre l'action de nettoyage plus efficace en abaissant la tension superficielle des solutions. Le mouillant augmente sensiblement les propriétés dispersantes des produits de nettoyage. Il a des propriétés émulsionnantes. La plupart des agents mouillants sont moussants. Grâce à leur pouvoir mouillant, ils pénètrent dans les moindres interstices et exercent leur action détergente.

Surface active agents. Produits manufacturés et vendus en Amérique. Industrial and Engineering Chemistry, janv. 1943, p. 126-130. Noms, types, emplois et fabricants de nombreux mouillants.

FOSTER DEE SNELL : *Surface active agents.* Étude chimique de divers mouillants. Industrial and Engineering Chemistry, janvier 1943, vol. 35, n° 1, p. 107-117.

HARLOW PENDLETON : *L'emploi et l'abus d'agents mouillants pour le nettoyage des machines à traire.* The Milk Plant Monthly, déc. 1946, p. 30.

RESUGGAN : *Surface active cations. Leur emploi en détergence et stérilisation.* Food Manufacture, vol. 22, n° 11, nov. 1, 1947, p. 485.

SMITH : *Agents mouillants.* The Milk Plant Monthly, sept. 1948, p. 80.

Emplois d'agents mouillants avec des inhibiteurs acides. Industrial and Engineering Chemistry, octobre 1948, p. 1951.

MORGAN : *Nouvelles données concernant les détergents synthétiques.* The Milk Plant Monthly, mai 1949, p. 52.

MC CUTCHEON : *Détergents synthétiques en barres (formules).* Soap and Sanitary Chemicals, décembre 1949, p. 33.

MC CUTCHEON : *Synthetic detergents... Up to date.* Soap and Sanitary Chemicals, août-sept., oct. 1949.

VAN BENEDEN : *Recherche sur les mouillants.* Centre Belge pour l'Étude des Eaux, n° 7, 1950-1.

Les détergents alcalins sont améliorés par l'addition de mouillants, même si ceux-ci n'ont pas de valeur détergente. Soap and Sanitary Chemicals, juil. 1950, p. 61.

LES AMMONIUM QUATERNAIRES

A l'heure actuelle, il existe une catégorie de produits appelés ammonium quaternaires qui possèdent à la fois des propriétés détergentes et bactéricides. Ces produits sont également des mouillants. Il existe une importante littérature concernant l'emploi de ces divers produits en industrie laitière. Ils sont cependant peu employés dans notre pays, leur prix de revient étant encore fort élevé.

LAWRENCE CARL : *Quaternary germicide book. Surface quaternary ammonium germicides.* Academic Press, Inc., New York, 246 p.

DAVIS : *Composés d'ammonium quaternaires en industrie laitière.* Milk Plant Monthly, mars 1947, p. 48.

QUISNO-FOTER-RUBENKOENIG : *Composés d'ammonium quaternaires. Une discussion des méthodes pour leur évaluation.* Soap and Sanitary Chemicals, mai 1947.

MUELLER-SEELEY and LARKIN, 1947 : *Analyse des composés d'ammonium quaternaires utilisés en industrie laitière.* Soap and Sanitary Chemicals. 1947, 23, nº 9, p. 123.

Composés d'ammonium quaternaires pour le traitement bactéricide des ustensiles. The Milk Plant Monthly, juillet 1947, p. 66-67.

ARMBUSTER-REDENOUR : *Un nouveau milieu pour l'étude des bactéricides quaternaires.* Soap and Sanitary Chemicals, août 1947, p. 119.

VARLEY, JACK : *Aspects pratiques des quaternaires.* Soap and Sanitary Chemicals, décembre 1947, p. 130.

PROUTY : *Nos connaissances actuelles concernant les composés d'ammonium quaternaires en hygiène laitière.* Milk Plant Monthly, janv. 1948.

PORTLEY : *Les composés d'ammonium quaternaires en industrie laitière.* Food Industries, février 1948.

MYRON CUCCI : *Test pratique pour les quaternaires.* Soap and Sanitary Chemicals, août 1948, p. 129.

WEBER and BLACK : *Inhibiteurs pour composés d'ammonium quaternaires.* Soap and Sanitary Chemicals, septembre 1948, p. 137.

ARMBRUSTER and RIDENOUR : *Effets des différents ions d'eau sur les propriétés bactéricides des quaternaires.* Soap and Sanitary Chemicals, juil. 1949, p. 103.

MOSELY : *Test pour les composés d'ammonium quaternaires.* The Milk Plant Monthly, juillet 1949, p. 76.

RESUGGAN : *De certains nouveaux composés d'ammonium quaternaires et leurs propriétés.* Dairy Industries, août 1949, p. 819.

KYLIN : *Étude sur la toxicité de certains composés d'ammonium quaternaires.* Congrès International de Laiterie, Stockholm 1949, p. 100.

Composés d'ammonium quaternaires. Soap and Sanitary Chemicals, octobre 1949.

MYRON CUCCI : *Revue sur les ammonium quaternaires (Méthodes de dosage).* Soap and Sanitary Chemicals, novembre 1949, p. 133.

Aspect pratique de l'application des composés d'ammonium quaternaires. Soap and Sanitary Chemicals, mars 1950, p. 126.

Ammonium quaternaires comme bactéricides (Revue Chimique). Soap and Sanitary Chemicals, avril 1950, p. 124.

SISLEY et LONCIN : *Les produits à ammonium quaternaires dans l'industrie alimentaire.* Oléagineux, fasc. 43, juil. 1950, pp. 420-424.

RESUGGAN : *Composés d'ammonium quaternaires et la phosphatase.* Dairy Industries, septembre 1950, p. 928.

DESBRUXELLES : *Les produits à ammonium quaternaire dans l'industrie alimentaire.* Écho de la Brasserie, nº 33, pp. 853-667 (31 août 1950).

Difficultés rencontrées en analysant les ammonium quaternaires. Partie I-II. Soap and Sanitary Chemicals, janv.-février 1951, p. 121-127.

HUSSONG : *Effet germicide des composés d'ammonium quaternaires sur les organismes de la laiterie.* Canadian Dairy Ice Cream Journal, 26, 11, 92, novembre 1947. Res. Le Lait, janv.-févr. 1951, p. 57.

DAVIS : *Les composés d'ammonium quaternaires dans l'industrie laitière.* Milk Plant Monthly, 36, 3-58, 50-52, 1947. Res. Le Lait, janv.-fév. 1951, p. 70.

SEELEY et LARKIN : *Détermination du potentiel germicide des composés d'ammonium quaternaires et de leur utilisation dans l'hygiène des laiteries.* Le Lait, mai-juin 1951, p. 290.

HAGER, YOUNG, WALKER : *Détermination des composés d'ammonium quaternaires à poids moléculaire élevé comme triiodure.* Le Lait, mai-juin 1951, p. 290 et suiv.

HUSSONG : *Effet germicide des composés d'ammonium quaternaires sur les organismes de la laiterie.* Le Lait, mai-juin 1951, p. 290 et suiv.

Revue de l'Agriculture, juin 1952, p. 616 : *La valeur désinfectante des combinaisons quaternaires d'ammonium.* Ing. J. Hunckstadt in Die Molkerei Zeitung, nº 10, 6 mars 1952.

Laboratory Manual : *Methods of analysis of milk and its products. Force des solutions d'ammonium quaternaires.* p. 429.

WILSTER : *Tests pour les solutions chlorées alcalines et ammonium quaternaires.* p. 128. *Testing Dairy Products.*

ÉVALUATION DES DÉTERGENTS

Plusieurs auteurs ont cherché des méthodes destinées à évaluer le pouvoir de détersion des détergents. Ces méthodes permettent seulement de comparer divers produits entre eux mais restent sur un plan fort théorique.

GILCREAS O' BRIEN : *Étude des méthodes de laboratoire pour l'évaluation des détergents et des méthodes de nettoyage.* 1941, D. S. A., vol. 3, nº 2, p. 121.

WILSON, J. and MENDELHALL : *Mesure de la détergence. Un photomètre pour la détermination de films sur les surfaces transparentes.* Industrial and Engineering Chemistry, avril 1944, vol. 16, nº 4, p. 251-254.

BERKOWITZ and BERSTEIN : *Analyse de mélange de savon et détergent*

synthétique en barres. Industrial and Engineering Chemistry, avril 1944, vol. 16, nº 4, p. 239.

Du Bois, Adrien : *Évaluation bactériologique des germicides cationiques.* Soap and Sanitary Chemicals, vol. 23, nº 5, mai 1947, p. 139.

Klarmann and Wright : *Note sur le problème de l'évaluation bactériologique des « cationiques ».* Soap and Sanitary Chemicals, vol. 23, nº 7, juillet 1947, p. 151.

Fouts-Freeman : *Appareil pour aider à la détermination de l'efficacité des détersifs en laiterie.* Journal of Dairy Science, VXXX, nº 1, p. 61-63.

Evaluating detergents. Soap and Sanitary Chemicals, janvier 1950, p. 69.

Mesure du pouvoir d'un détergent. Soap and Sanitary Chemicals, février 1950, p. 75.

Resuggan : *Évaluation des détergents (l'évaluation de l'effet total d'un détergent n'est pas une affaire facile).* The Milk Industry, novembre 1950, p. 96.

Klenzade Products Inc, Beloit, Wisconsin : *Sanitation test sets.* The Milk Plant Monthly, janvier 1951, p. 84.

Contrôle automatique de la lessive de soude. Le Lait, mai-juin 1951, p. 290.

DÉSINFECTION EN LAITERIE

Le nettoyage étant effectué dans de bonnes conditions, la désinfection du matériel de laiterie doit se faire immédiatement avant le passage du lait de manière à ce que les parois propres avec lesquelles le lait devra entrer en contact soient stériles.

Il existe diverses méthodes de désinfection en laiterie parmi lesquelles nous avons déjà eu l'occasion de parler de celle à l'aide d'ammonium quaternaires. Mais les méthodes de désinfection les plus courantes sont celles : à l'eau bouillante, à la vapeur et à l'aide de solutions chlorées.

Les méthodes à la vapeur et à l'eau bouillante offrent peu de difficultés d'emploi, il suffit que la température de l'eau soit suffisamment élevée (70º) et que la durée d'action soit suffisante (au minimum 5 minutes) tandis que la méthode à l'aide de solutions chlorées nécessite certaines précautions.

Wilster : *Testing dairy products. Tests pour les solutions chlorées alcalines et ammonium quaternaires,* p. 128.

Roadhouse and Henderson : *The Market Milk Industry,* p. 559. *Analyse de la force des solutions chlorées. Classification et composition des préparations de chlore.*

Technical Control Manual. Détermination du chlore libre dans les poudres et solutions.

Dairy plant handbook. Tykor Products New-York.

National Milk Testing and Advisory Service. Grande Bretagne : *Solu-*

tions d'hypochlorites approuvées pour la production du lait. Force des solutions.

Hillerod, 1939, 13e rapport : *Désinfection à l'hypochlorite à la ferme ; récolte du lait.* Brochure de propagande.

Hillerod, 1947 : *Nettoyage à l'hypochlorite de Na « Desson » en parallèle avec de la chaux chlorée — chloramine. Action sur les métaux*, p. 67, p. 75, 55e rapport.

Desbruxelles : *Les produits chlorés et d'entretien.* Bulletin Scientifique et Technique de la Sopura, 1948.

Josephson : *Présent statut des stérilisants chimiques.* The Milk Dealer, septembre 1948, p. 102.

Botham, 1949 : *Corrosion de l'acier inoxydable par l'hypochlorite de soude commercial.* Congrès International de Laiterie, Stockholm 1949, vol. III, p. 310-317.

Soap and Sanitary Chemicals, août 1949, p. 119 : *Hypochlorites comme désinfectants.*

Botham and Dummet : *Corrosion par les hypochlorites commerciaux et son inhibition.* Journal of Dairy Research, 1949, 16, 1, 23-138.

Chaplin and Johne : *L'influence de l'alcalinité sur l'action bactéricide des hypochlorites.* Journal of Dairy Research, déc. 1949, p. 322-326.

Johns : *Facteurs affectant l'activité des germicides chimiques.* The Milk Plant Monthly, mai 1950, p. 54.

Botham and Dummet : *De la corrosion par les hypochlorites de soude du commerce et de la façon de les éviter.* Le Lait, mai-juin 1951, p. 288.

L'action des désinfectants chimiques. The Milk Dealer, mars 1951, p. 43.

Johns : *Emploi des germicides chimiques.* Milk Plant Monthly, sept. 1951, p. 72.

NETTOYAGE DES USTENSILES DE LAITERIE

Thomas-Jones-Evans : *Nettoyage des ustensiles laitiers.*

1. *La teneur en bactéries des récipients stérilisés par les méthodes approuvées.* Dairy Industries, avril 1947, p. 347.
2. *Rapport entre l'efficacité de la stérilisation et la teneur en germes des ustensiles et du lait.* Dairy Industries, oct. 1947, p. 960.
3. *Résultats de l'examen bactériologique des rinçages et des swabs des ustensiles de ferme.* Dairy Industries, nov. 1947, p. 1095.
4. *La flore thermodurique des ustensiles laitiers et sa contribution à la teneur en bactéries thermorésistantes du lait.* Fév. 1948, p. 135.
5. *Examen du premier lait sur les ustensiles.* Dairy Industries, juin 1948, p. 546.

Laboratory Manual : *Methods of analysis of milk and its products. Détermination de l'état sanitaire des ustensiles et équipement.* Chapitre 6, p. 111.

Nouveaux procédés pour le nettoyage et la désinfection des récipients à lait. Südeutsche Molkerei Zeitung, 16-2, 1951, p. 206.

Quelles exigences faut-il poser pour les ustensiles laitiers ? Zuivelbereiding en Handel, 1951, avril 24/4, p. 299.
National Milk Testing and Advisory Service. Grande-Bretagne : *Nettoyage et stérilisation des grandes pièces d'équipement.*

NETTOYAGE DU PASTEURISATEUR

A. Lablanchy, 1948 : *Le nettoyage du pasteurisateur en circuit fermé. Quelques produits de nettoyage.* Information Laitière V. Agric., 23-30 sept. 48, n° 148.
Fisker, 1949 : *Le nettoyage chimique des appareils de pasteurisation.* Congrès International de Laiterie, 1949, Stockholm. Vol. III, p. 319-324.
Botham, 1949 : *Une nouvelle méthode de nettoyage des pasteurisateurs à plaques employés pour la pasteurisation du lait.* Congrès International de Laiterie, 1949, Stockholm, p. 302-309.
Méthodes de nettoyage et désinfection préconisées par les diverses firmes fabriquant des pasteurisateurs.

NETTOYAGE DES TUYAUTERIES

Contamination des tuyauteries. — Ses causes et ses remèdes. The Milk Dealer, janv. 1950, p. 64-65.
Parkin : *Contamination des vacuum-lines.* The Milk Dealer, janvier 1950, p. 64-65.
Morgan and Boag : *Note sur l'intérieur des surfaces des tuyaux de lait dans les installations de pasteurisation du lait.* Dairy Industries, octobre 1946, p. 760.

Tubes de verre.

Dans certains pays, on utilise des tuyaux de verre en pyrex au lieu de tuyaux métalliques. Ces tuyaux ont, du point de vue sanitaire, des avantages incontestables mais malheureusement, du point de vue économique, leur emploi ne peut pas encore être envisagé dans notre pays.

Tuyaux en verre pour laiterie. The Milk Dealer, octobre 1949, p. 42-43.
Fleischman, White et Holland : *Tubes de verre.* Food Industries, octobre 1950, p. 47.
La tuyauterie en verre dans l'industrie du lait de consommation. The Milk Dealer, mars 1951, p. 45.
L'emploi des tuyaux de verre en industrie laitière. Le Québec Laitier, août 1951, p. 48.
Fleischman, Whites, Holland : *Les tuyaux de verre réduisent les frais de l'établissement laitier.* Le Québec Laitier, octobre 1951, p. 42.
Documentation de la firme Pyrex.

NETTOYAGE DES BOUTEILLES

Dans les installations où l'on pratique la mise en bouteille du lait, le problème du nettoyage des bouteilles est sans aucun doute celui auquel l'industriel laitier doit apporter le plus de soins et d'attention.

Un lait convenablement manipulé et pasteurisé est facilement réinfecté lors de la mise en bouteille, soit que les bouteilles ne soient pas stériles, soit que l'embouteilleuse n'ait pas été convenablement nettoyée.

Le nettoyage des bouteilles a soulevé divers problèmes dont les principaux sont : la recherche des meilleurs produits de nettoyage et leur utilisation ; la mise au point des installations de nettoyage des bouteilles et tout spécialement de la stérilisation.

BRYANT : *Étude des produits alcalins utilisés pour le lavage des bouteilles.* Le Lait, 1937, p. 643.

BRYANT : *L'étude des alcalis utilisés pour le nettoyage des bouteilles.* Le Lait, 1937, p. 644.

RESUGGAN : *L'emploi de l'hexamctaphosphate de soude dans les détergents pour le nettoyage des bouteilles.* Dairy Industries, sept. 1946, p. 677.

BIRCH : *Nettoyage des bouteilles ; points auxquels il faut veiller en choisissant une machine.* The Milk Industry, mars 1947, p. 57.

RESUGGAN-DAVIS : *Nouvelle découverte pour le nettoyage des bouteilles.* Dairy Industries, mai 1947, p. 443.

JACOBSEN : *Problèmes de nettoyage des bouteilles.* The Milk Plant Monthly, juin 1947, p. 42.

RESUGGAN : *Composés d'ammonium quaternaires pour le nettoyage des bouteilles.* Dairy Industries, juil. 1948, p. 653.

VINDAL : *Un problème de la stérilisation : le nettoyage des bouteilles.* La Belgique Laitière, 1re année, n° 3, 1948, p. 22.

VINDAL, 1949 : *Nettoyage des bouteilles à lait stérilisé.* Congrès International de Laiterie, Stockholm, 1949. Vol. IV.

LINDQUIST, 1949 : *Essais pratiques de détersifs dans les machines à laver les bouteilles à lait.* Congrès International de Laiterie, Stockholm, 1949. Vol. III, p. 294-301.

RESUGGAN : *Pratique du nettoyage moderne des bouteilles.* The Milk Industry, juillet 1949, p. 42-45 ; sept. 49, p. 44 ; août 49, p. 42 ; octobre 1949, p. 96.

Le nettoyage et la stérilisation des bouteilles. Deutsche Molkerei Zeitung, août 10 8, p. 1007.

Le nettoyage et la stérilisation des bouteilles à lait par de nouveaux moyens de désinfection. Deutsche Molkerei Zeitung, juillet 20/7, p. 917.

EXAMEN DE LA STÉRILITÉ DES BOUTEILLES

Il existe diverses méthodes permettant d'apprécier la stérilité des bouteilles. Les principales sont décrites dans les ouvrages suivants :

ROADHOUSE and HENDERSON : *The market milk industry*, p. 559. *Méthodes de rinçage et swabs pour la détermination de la stérilité du matériel de laiterie (cruches, bouteilles, tuyaux).*

National Milk Testing and Advisory Service. Grande Bretagne : *Méthode de rinçage pour l'examen de bouteilles à lait lavées.*

DAVIS : *Dictionnary of dairying. Tests pour la stérilité des bouteilles*, p. 62-63.

Bouteilles à lait souillées. The Dairyman, avril 1949, p. 193.

Test de stérilité des bouteilles. Standards methods. 9e édition, p. 210.

NETTOYAGE DES CRUCHES

Le nettoyage et la stérilisation des cruches posent un problème très important tout spécialement là où une grande quantité de lait pasteurisé est encore livrée dans ces récipients. Rares sont les laiteries où les cruches sont nettoyées et désinfectées dans de bonnes conditions. Les machines utilisées dans les laiteries ne donnent pas les résultats que l'on pourrait en attendre. Le problème a cependant été étudié d'une manière très sérieuse dans divers pays.

National Milk Testing and Advisory Service. Grande Bretagne : *Nettoyage mécanique des cruches.*

DAVIS : *Dictionnary of Dairying.* 1) *Nettoyage et stérilisation des cruches*, p. 151, 154 ; 2) *Stérilisation des ustensiles laitiers*, p. 676 *(essais pour cruches)* ; 3) *Cruches sales : effet sur le lait*, p. 259.

La propreté et le bon état des bidons de lait. La Technique Laitière, mars 8/3, p. 37.

SCARLETT : *Nettoyage des cruches.* Dairy Industries, mars 1946, p. 178.

BRISCOE : *L'aspect mécanique du nettoyage des cruches.* Dairy Industries, mais 1947, p. 127.

SCARLETT : *Aspects bactériologiques du nettoyage des cruches.* Dairy Industries, mai 1947, p. 430.

SCHWARZKOPF : *Méthodes de séchage, nettoyage et stérilisation des cruches.* Milk Plant Monthly, juil. 1947, p. 30.

HARGREAVES, GEORGES : *Certains facteurs affectant le choix de l'équipement pour le nettoyage des cruches.* Dairy Industries, août 1947, p. 767.

HARGREAVES : *Éducation de l'opérateur de la machine à laver les cruches.* Dairy Industries, octobre 1947, p. 977.

LITTLE : *Chimie du nettoyage des cruches (Revue de la littérature).* The Milk Plant Monthly, nov. 1947, p. 22.

ROADHOUSE : *Le problème du nettoyage des cruches.* The Milk Plant Monthly, janv. 1948, p. 73.

SCHWARZKOPF : *Comment obtenir des cruches propres.* Milk Plant Monthly, mars 1948, p. 46.
HEINEMAN : *Opération et inspection des machines à laver les cruches.* The Milk Dealer, octobre 1948, p. 188.
SHOGREN : *Nettoyage mécanique des cruches (des suggestions utiles pour un programme important de nettoyage).* Milk Plant Monthly, mars 1949, p. 76.
JONES ELIS : *Variations saisonnières de la teneur en germes des cruches à lait lavées.* Dairy Industries, août 1949, p. 810.
Opération efficace de nettoyage des cruches. The Dairyman, juin 1950, p. 331.
MOLDAVAN : *Comment utiliser la laveuse à immersion.* Le Québec Laitier, mars 1951, p. 18.
L'examen de l'action détergente des produits de nettoyage et de désinfection lors du nettoyage des cruches. Milchwissenschaft, avril 1951, p. 118.
Étude sur l'utilité des pots d'aluminium dans la laiterie. Le Lait, mai-juin, 1951, p. 284.

EXAMEN DE LA STÉRILITÉ DES CRUCHES

Il existe diverses méthodes permettant d'apprécier le degré de stérilité des cruches.

Standards methods for the examination of dairy products. 9e édition, 1948, p. 212.
ROADHOUSE and HENDERSON : *The market milk industry,* p. 559.
National milk testing and Advisory Service : Ministère de l'Agriculture de Grande-Bretagne. Technique nº C 168/TPY (provisoire).
Memorandum explicatif de la technique d'examen des cruches nettoyées. C 204/TPY.
DAVIS : *Dictionnary of dairying,* p. 154.
Milk Industry Foundation. Washington 5 DC. Laboratory Manual. *Methods of analysis of milk and its products,* p. 112.
Technical control manual. Depart. of Agriculture University of Minnesota.
Une méthode de détermination de la propreté des cruches. J. Milk and Food Technology, 13, 332 : 325, nov.-déc. 1950 ; réf. Journ. of Dairy Science, sept. 1951, p. 865.

V. F. QUERTON,

Ingénieur Chimiste Agricole Gx.,
Ingénieur des Industries Agricoles Gx.

Bibliographie

REVUE DES PÉRIODIQUES ÉTRANGERS

ROBERTY, G. *Les Eragrostis ouest-africains.* Bull. Inst. Franç. Afr. Noire, Dakar, t. 15, n° 1, p. 83-92, 1953.

Les Graminées du genre *Eragrostis* se rencontrent dans toutes les contrées du globe à climat tropical ou tempéré. Cette grande extension a pour corollaire une ample variabilité, surtout dans l'Ouest africain où les *Eragrostis* semblent avoir plusieurs berceaux spécifiques. L'auteur donne une analyse taxonomique de ces Graminées, une clef des espèces tenues pour valables, une liste alphabétique des espèces et synonymes et, en appendice, la nomenclature des spécimens qu'il a récoltés.

SCHNELL, R. *Plantes nouvelles ou peu connues d'Afrique occidentale française (Guinée et Côte d'Ivoire).* Bull. Inst. Franç. Afr. Noire, t. 15, n° 1, p. 93-97, 1953.

L'auteur décrit : *Popowia nimbana* sp. nov., une Anonacée sarmenteuse des forêts montagnardes ; *Jussiaea affinis* D. C., une Onagracée hirsute, atteignant environ 1 m de hauteur ; *Gymnosporia maliensis* sp. nov., une Célastracée arbustive non épineuse vivant, en montagne, dans les bosquets xérophiles.

SCHNELL, R. *Contribution à l'étude des Uragoga (Rubiacées) de l'Ouest africain.* Bull. Inst. Franç. Afr. Noire, t. 15, n° 1, p. 98-132, 1953.

SCHNELL donne un aperçu d'ensemble sur les *Uragoga* L. de l'Ouest africain, exprime ses remarques sur les caractères différentiels de ces arbustes et arbrisseaux forestiers, propose une clef des espèces et variétés, établit leur répartition géographique et procède à l'anatomie foliaire de ces Rubiacées.

LONGCHAMP, R., ROY, M. et GAUTHERET, R. J. *Recherches sur l'action du 2-4 D et du M. C. P. A. sur Chrysanthemum segetum* L. Ann. Inst. nat. Rech. agr. Série B. Ann. Amél. Plantes, 2e année, n° 2, p. 329-335, 1952.

Il arrive que les champs de céréales soient infestés de *Chrysanthemum segetum* L. Des recherches qui ont été entreprises pour se débarrasser de cette adventice envahissante, il appert qu'il existe une corrélation étroite entre l'action toxique des hétéro-auxines appliquées et leur faculté de provoquer des troubles de la morphogénèse. Ainsi le M. C. P. A. qui n'engendre pas de malformations est moins nocif que le 2-4 D qui en détermine. Ce dernier produit est surtout toxique au moment de la floraison du chrysanthème.

Schad, C., Solignat, G., Grente, J. et Venot, P. *Recherches sur le châtaignier à la Station de Brive.* Ann. Inst. nat. Rech. agr. Série B. Ann. Amél. Plantes, 2e année, nº 3, p. 369-458, 1952.

Depuis 60 ans, soit sous l'action de *Phytophthora cambivora* et de *P. Cinnamoni*, soit sous celle de l'*Endothia parasitica*, la culture du châtaignier a régressé en France. La Station d'Amélioration du Châtaignier, à Brive, a pour mission de rechercher des types adaptés aux conditions écologiques françaises et résistants aux maladies. Des études préliminaires ont précisé les caractères distinctifs des espèces *Castanea sativa, C. crenata* et *C. mollissima.* Des résultats tangibles ont déjà été obtenus dans la lutte contre la maladie de l'Encre : les types *C. crenata* et *C. mollissima* d'origine sont résistants ; les hybrides de première génération entre ces types et *C. sativa* présentent une résistance variable. En ce qui concerne l'*Endothia*, il existe toute une gamme de résistance dans les plants issus de *C. crenata, C. mollissima* et *C. sativa.*

Vincent, A., Poncelet, J. et Koller, J. *Recherche de variétés de blés tendres peu sensibles au piétin-verse : résultats préliminaires.* Ann. Inst. nat. Rech. agr. Série B. Ann. Amél. Plantes, 2e année, nº 3, p. 459-472, 1952.

En 1951, au Centre National de Recherches Agronomiques, 54 variétés de blés tendres cultivées en France ont été étudiées en ce qui concerne leur comportement vis-à-vis du piétin-verse provoqué par *Cercosporella herpotrichoïdes.* L'examen des systèmes de notation permettant de classer les parcelles de blés atteintes en fonction de leur degré d'attaque par la maladie a aussi été entamé.

Rebischung, J., Félix, L., Thomas, M., Demarly, Y. et Kerguelen, M. *Comportement de deux espèces de graminées fourragères exploitées suivant des rythmes différents.* Ann. Inst. nat. Rech. Agron. Série B. Ann. Amél. Plantes, 2e année, nº 3, p. 473-506, 1952.

Les auteurs ont fait porter leurs recherches sur la quantité de fourrage vert produite en 1949, 1950 et 1951, par des clones de Dactyle pelotonné *(Dactylis glomerata)* et de Fromental *(Arrhenatherum elatius)* soumis à deux régimes différents d'exploitation : trois et sept coupes par saison.

Guinier, Ph. *La question du noyer.* C. R. Séances Acad. Agr. France, t. 39, nº 15, p. 587-591, 1952.

La culture du noyer, dont le déclin s'affirme d'année en année, doit être rénovée en tenant compte des circonstances économiques actuelles. Les travaux consacrés jusqu'ici à cet arbre l'envisagent surtout comme une essence fruitière. Il y aurait lieu de l'étudier en tant que producteur de bois et de créer de véritables peuplements de noyers à bois.

Roux, R. *Impératifs économiques dominants d'une politique sociale dans les plantations.* Rev. Intern. Travail, vol. 47, nº 3, 27 p., 1953.

Les plantations occupent une main-d'œuvre abondante. En général, le travail n'y fait l'objet d'aucune réglementation nationale particulière, mais relève de dispositions écrites ou coutumières. Nombre de gouvernements estiment opportun de mettre en œuvre une législation du travail appropriée. De l'exposé des conditions générales d'exploitation, il appert que la condition ouvrière des plantations dépend des données économiques, principalement extérieures.

R. GEORLETTE.

REVUE DES PÉRIODIQUES BELGES

PIECK, R. *L'expression des couleurs en coordonnées trichromatiques.* La Sucrerie Belge, 72e année, nos 9 et 10, p. 181-195, 1953.

Des groupes de colorants, tels que les caramels, les mélanoïdines, les colorants améthystes, etc... sont présents dans les jus de sucrerie. Les courbes d'extinction et les méthodes habituelles d'expression des matières colorantes utilisées jusqu'ici ne suffisent pas à caractériser avec la précision souhaitable les couleurs des jus de sucrerie et les variations de teinte qu'ils présentent. L'auteur expose la théorie d'un système mis au point en 1931 par la Commission internationale d'Éclairage et qui serait capable d'interpréter et d'expliquer les phénomènes de coloration.

ROLAND, G. *Quelques recherches sur l'enroulement de la pomme de terre* (*Solanum virus* 14, APPEL *et* QUANJER). Parasitica, t. 8, n° 4, p. 150-158, 1952.

Des essais effectués par l'auteur, il appert que le puceron *Rhopalosiphoninus latysiphon* DAV. est capable de transmettre le virus de l'enroulement de la pomme de terre. *Physalis angulata* est la meilleure plante-test pour l'identification de ce virus. Le chauffage à 37,5°C., en atmosphère humide, pendant 25 jours ou le chauffage à 44° C. pendant 5 jours, peut entraîner la guérison d'une certaine proportion de tubercules infectés.

BERNARD, J. *Observations sur le vol et la ponte chez Hoplocampa minuta* CHRIST. *(Hyménoptère Tenthredinidae)*. Parasitica, t. 8, n° 4, p. 159-172, 1952.

La durée du vol de *Hoplocampa minuta* est normalement d'une dizaine de jours. Le vol de l'insecte coïncide plus ou moins avec la floraison du prunier. En général, les femelles ne pondent que sur les arbres commençant à fleurir.

CLERENS, A. *Toepassingsmogelijkheden van enkele recente nieuwigheden in de phytopharmacie* (Possibilités d'applications en phytopharmacie de quelques nouveautés récentes). Agricultura, 50e année, n° 4, p. 121-132, 1952.

Depuis la dernière guerre, les composés organiques de synthèse constituent la partie la plus importante des substances employées pour combattre les maladies des plantes, les insectes nuisibles et les autres parasites animaux. Un composé mercuriel liquide est utilisé dans la désinfection des semences. Les quinones et le soufre organique permettent le traitement des semences potagères et des graines de certaines légumineuses, de lin et de maïs. Les microbiologistes étudient activement l'application des antibiotiques en phytopharmacie.

Estienne, V. *Y a-t-il des progrès en phytopathologie* ? Agricultura, 50e année, nº 4, p. 133-148, 1952.

On a l'impression que les progrès réalisés durant ces dernières années en phytopathologie restent stationnaires en ce qui concerne l'étude des mycoses, des bactérioses et des viroses. Sans doute, quelques produits nouveaux ont été découverts, mais, pratiquement, les préparations à base de cuivre, de mercure ou de soufre conservent leurs fidèles. Les méthodes biologiques de lutte retiennent davantage l'attention des chercheurs. Si l'utilisation, en phytopharmacie, des antibiotiques est prometteuse, on en est encore, toutefois, au stade des essais de laboratoire.

Rase, F. et Latteur, J. *La fièvre aphteuse en 1951-1952*. Revue de l'Agriculture, 6e année, nº 1, p. 3-38, 1953.

Les conséquences économiques de l'épizootie de fièvre aphteuse qui sévit en 1951-52, sont lourdes. Les auteurs donnent un compte rendu historique de la diffusion de la maladie en Belgique. Ils indiquent les causes et les voies de l'invasion. Ils montrent les procédés de prophylaxie hygiénique et médicale qui ont permis de juguler le mal. La menace que représente l'existence de nouvelles variantes et de mutants des types de virus aphteux ne permet pas le moindre relâchement, même en périodes d'accalmie de l'épizootie.

Grooten, R. *Le revenu de l'agriculture belge au cours de la période 1949-1951*. Revue de l'Agriculture, 6e année, nº 1, p. 39-55, 1953.

L'auteur expose d'abord la notion du revenu national et celle du revenu agricole : revenu brut, revenu net, revenu social et revenu de l'entreprise. Il attire l'attention sur le fait que le revenu national est une *estimation* et non une mensuration. Partant de la production, il calcule ensuite le revenu de l'agriculture et de l'horticulture belges au cours des années 1949, 1950 et 1951. Cette méthode objective donne les revenus au coût des facteurs, avant déduction des impôts sur le revenu.

Lecrenier, A. et Tilkin, N. *Etude du rendement de quelques variétés de tomates en 1952*. Bull. Hort., Liège, 71e année, n. s., vol. 8, nº 2, p. 42-49, 1953.

Les auteurs ont entrepris, en 1952, l'étude comparative de vingt variétés de tomates cultivées en plein air dans diverses régions du pays.

Cette collection comprenait principalement des obtentions nouvelles et des variétés étrangères renommées mais non encore répandues dans les cultures belges. Les variétés du groupe *Tuckwood*, telles que *Tuckwood Improved Kondine Red*, *Nunhem's Tuckqueen*, *Potentaat*, etc. sont parfaitement bien adaptées à la Belgique où elles donnent d'appréciables rendements. Les variétés allemandes *Regulus* et *Triumph* ainsi que la variété française *Tézier Prim* assurent une bonne production moyenne. Très charnues et riches en matière sèche, les variétés françaises *Géante Tézier*, *Super-Marmande* et *Vaillance*, de même que la variété suisse *Feuerball*, sont tout indiquées pour l'industrie des conserves alimentaires. Les conclusions exposées ci-dessus valent pour l'ensemble du pays, exception faite pour l'Ardenne.

EECKHAUT, R. G. *Sur la recherche de vin de fruits dans le vin.* Fermentatio, Gand, nº 6, p. 155-162, 1952.

Dès 1929, WERDER a préconisé une méthode pour déceler une falsification du vin de raisins par ajoute de vin de fruits. Ladite méthode est basée sur le fait que le jus et le vin de pommes, de poires, de prunes, etc. contiennent un alcool hexavalent, le sorbitol, qu'on ne trouve pas dans le vin de raisins. Pour judicieuse qu'elle soit, la méthode de WERDER n'est cependant pas exempte d'inconvénients. Aussi, LITTERSCHEID et SÉRIS ont-ils prôné l'emploi de variantes. L'auteur a comparé les trois méthodes.

KINT, E. *De ontijzering van drinkwater* (L'élimination du fer contenu dans l'eau potable). Fermentatio, nº 6, p. 163-187, 1952.

Après avoir examiné les causes de la teneur en fer de diverses eaux potables, l'auteur expose les procédés (à appareils ouverts ou à appareils fermés) qui permettent l'élimination du fer indésirable.

BUYSSE, F. *Het bepalen der endogene feces-phosphor met de radio-actieve phosphor-isotoop* P_{32} (La détermination du phosphore fécal endogène du bétail laitier au moyen de phosphore radioactif P_{32}). Meded. Landbouwhogeschool Gent, 17, nº 3, p. 391-405, 1952.

Chez le bétail laitier, l'injection sous-cutanée de phosphore radioactif P_{32} permet de déterminer, dans des conditions physiologiques normales, le phosphore fécal endogène. Le phosphore éliminé avec l'urine est inférieur à 1 % de l'excrétion totale de phosphore. Au moyen du phosphore fécal endogène, on peut calculer la digestibilité réelle du phosphore absorbé.

BAPTIST, A. G. en WATERSCHOOT, H. *Opzoekingen aangaande de rendabiliteit van de landbouw. Deel I. Uitslagen der opzoekingen voor het boekjaar 1951-1952* (Recherches concernant la rentabilité de l'agriculture. 1re partie. Résultats pour l'année comptable 1951-1952). Meded. Landbouwhogeschool Gent, 17, nº 3, p. 406-478, 1952.

Cette étude de la rentabilité de l'agriculture belge pour l'année

1951-1952 est basée sur les données fournies par 283 exploitations réparties dans diverses régions agricoles du pays. Les investigations ont porté sur le capital d'exploitation, la superficie moyenne, le rendement brut, les frais d'exploitation, les frais de production, le rendement net et l'écart de rendement net.

WATERSCHOOT, H. *Opzoekingen aangaande de rendabiliteit van de landbouw. Boekjaar 1951-1952. Deel II. Prijzen* (Recherches concernant la rentabilité de l'agriculture. Exercice 1951-1952. 2e partie. Les prix). Meded. Landbouwhogeschool Gent, 17, n° 3, p. 479-537, 1952.

Prix à la ferme, pour l'année comptable 1951-1952, du lait, de la crème, du beurre, des œufs, du porc sur pied, du froment, des pommes de terre, de la paille, du lin.

DE VLEESCHAUWER, A. en NAUDTS, M. *Het verband tussen enkele bacteriologische bepalingen en de houdbaarheid by gepasteriseerde melk.* (La relation entre quelques déterminations bactériologiques et l'aptitude à la conservation du lait pasteurisé). Meded. Landbouwhogeschool Gent, 17, n° 3, p. 538-553, 1952.

Il n'existe aucun rapport entre la durée de conservation du lait pasteurisé et la teneur en germes, déterminée sur milieu « nutrient glucose-agar » après incubation de deux jours à 37°C. En employant comme milieu nutritif le « tryptone glucose agar » additionné de lait, et une incubation de 3 jours à 30°C, on constate que les teneurs microbiennes sont beaucoup plus élevées. Les tests au bleu de méthylène et à la résazurine permettent d'apprécier l'aptitude du lait à la conservation, s'il a été incubé préalablement durant 18 h à 18°C.

DE ROO, R. *Een dubbel steriele variant in tetraploid materiaal van Lolium perenne* (Une variante doublement stérile dans le matériel tétraploïde de *Lolium perenne*). Meded. Landbouwhogeschool Gent, 17, n° 3, p. 554-563, 1952.

Une variante doublement stérile a été découverte dans un raygrass anglais tétraploïde. L'androcée tout autant que le gynécée montrent des anomalies. Bien qu'entouré de plantes tétraploïdes produisant du pollen fertile, le sujet aberrant, librement pollinisé, ne produit pas de semences. L'auteur tente d'élucider les causes de cette stérilité.

HOMÈS, M. V. *L'alimentation minérale des végétaux. Notes 1, 2 et 3.* Bull. Soc. roy. Bot. Belg., t. 83, p. 55-76, 1950 ; t. 84, p. 101-122, 1951 ; t. 85, p. 115-134, 1952.

Dans la première partie de son travail, le professeur HOMÈS établit la distinction entre alimentation et assimilation, jette les bases d'une nouvelle conception de l'alimentation minérale des végétaux et envisage les effets des éléments chimiques sur la vie des plantes. Il décrit les symptômes pathologiques résultant de la déficience ou de l'excès de certains éléments nutritifs. Il s'attache à l'étude de l'effet toxique

et, à ce propos, résume les travaux d'OSTERHOUT. Dans la deuxième note, l'auteur présente les résultats expérimentaux montrant l'influence de l'alimentation minérale sur le comportement de la plante et compare les conceptions qu'il propose aux principes anciens. Dans la troisième partie, le professeur HOMÈS aborde la question des relations existant entre la composition du milieu extérieur et celui du milieu interne de la plante. Des conclusions d'ordre théorique et méthodologique que dégage l'auteur, il appert que la valeur de l'équilibre N-P-K dans une formule nutritive ne suffit pas à déterminer le développement ou l'état de santé d'une plante ni, par conséquent, le rendement d'une culture. La qualité d'un milieu nutritif est déterminée séparément par les proportions existant entre les ions positifs et par celles existant entre les ions négatifs. Les expériences où n'intervient que l'effet de la concentration d'un seul corps dans le milieu nutritif manquent d'intérêt car elles négligent le facteur important des interactions. L'étude de ces dernières peut se faire par l'expérimentation à base factorielle.

HOMÈS, M. V. et VAN SCHOOR, G. H. *L'alimentation minérale des végétaux. Note nº 4.* Bull. Soc. roy. Bot. Belg., t. 85, p. 135-146, 1952

Les auteurs établissent une formule exprimant la relation entre le rendement pondéral et la composition du milieu nutritif extérieur dont la plante dispose. Ils envisagent la façon dont le rôle constructeur et l'effet toxique peuvent se représenter par une relation mathématique.

GÉNIE, G. *Introduction à la chromatographie.* La Sucrerie Belge, 72e année, nos 11 et 12, p. 221-230, 1953.

Basée sur le coefficient de partage entre deux phases liquides, la chromatographie de partition sur papier permet de fractionner des mélanges très complexes, d'identifier leurs constituants et d'estimer approximativement leurs teneurs. Cette méthode physique peut s'appliquer à des quantités très minimes de produits. Si elle ne convient malheureusement pas à n'importe quelle substance, de belles perspectives d'avenir s'offrent à elle dans le domaine de la chimie des sucres et des acides aminés.

ROISIN, P. et THILL, A. *Aperçu de la végétation forestière de quelques bois de la région sablo-limoneuse.* Bull. Soc. roy. forest. Belgique, 59e année, nº 12, p. 513-537, 1952 ; 60e année, nº 1, p. 1-32, 1953.

Les auteurs se sont livrés à l'étude de la végétation de quelques bois de la partie de la Moyenne Belgique comprise entre Gembloux et Court-Saint-Étienne. Après une étude topographique, hydrologique, géologique et climatologique du territoire prospecté, ils examinent la végétation des forêts hygrophiles, mésophiles et acidiphiles. Ils font aussi l'analyse phytosociologique des groupements subordonnés à la forêt : coupes, lambeaux forestiers, broussailles semi-naturelles,

landes à bruyère. Ils dégagent de leur exposé les considérations sylvicoles qui serviront de base au traitement et à l'aménagement rationnel des forêts.

SOCIÉTÉ BELGE DE BIOCHIMIE. *Comptes rendus de la 3e réunion.* Gand, 14 février 1953.

Les communications suivantes ont été présentées, entre autres, au cours de la séance que la Société Belge de Biochimie a tenue le 14 février 1953 : *Caractérisation de l'acide kojique par l'acide sulfanilique diazoté*, par J. CASIMIR. — L'acide kojique, substance à fonction phénolique produite par différentes moisissures du groupe *Aspergillus*, présente des propriétés bactériologiques remarquables. L'auteur préconise une méthode d'identiffcation de l'acide kojique basée sur l'emploi de l'acide sulfanilique diazoté.

A propos de l'assimilation de composés organiques du phosphore par Aspergillus niger, par J. P. CULOT. — La méthode microbiologique de dosage du phosphore assimilable du sol par *Aspergillus niger* permet la détermination de cet élément sous forme d'acide ribonucléique ; elle ne permet toutefois pas de préjuger des possibilités d'assimilation du phosphore par les plantes supérieures.

Extraction, par voie microbiologique, du fer libre du sol, par S. LECLAIRE et P. MANIL. — Les auteurs exposent les tentatives qu'ils ont faites en vue d'améliorer la technique biochimique qu'ALLISON et SCARSETH utilisent pour l'étude du fer libre des sols. LECLAIRE et MANIL ont additionné de levure de bière, le mélange de terre et de solution sucrée.

Détermination du taux de magnésium des os, par R. LECOMTE.

A propos d'une méthode de dosage biologique du phosphore assimilable du sol, par P. MANIL. — Pour doser le phosphore assimilable du sol, MEHLICH, TRUOG et FRED utilisent une méthode microbiologique où interviennent les moisissures *Cunninghamella elegans* ou *C. blackesleeana.* Pour l'examen des sols belges, cette méthode paraît peu indiquée. Aussi MANIL en a-t-il modifié la technique selon les modalités qu'il décrit.

CALEMBERT, L. *Corrosion des rochers solubles à l'intervention des eaux vadoses et phréatiques en Belgique.* Bull. Centre belge Ét. et Doc. Eaux, n° 18, p. 211-223, 19 fig., 1952/IV.

L'auteur examine la corrosion des craies et calcaires par les eaux vadoses, en développe les phénomènes successifs, établit l'existence d'un cycle karstique et souligne les conséquences économiques de ladite corrosion : dommages en surface, production de gîtes minéraux, formations résiduelles. Il étudie aussi les processus liés à la corrosion des calcaires par les eaux phréatiques : phénomènes de corrosion sous-fluviale, phénomènes de dissolution à grande profondeur, action combinée des eaux vadoses et phréatiques, creusement des grottes et des puits naturels.

R. GEORLETTE.

HANOMAG

K 55

R 45

K 90 — K 55 — R 45 — R 35 — R 28 — R 22 — R 19 — R 16

UN MATÉRIEL LOURD POUR LE CONGO
UNE GAMME COMPLÈTE POUR LA BELGIQUE
UN SERVICE IMPECCABLE

LIVRAISON RAPIDE



PIÈCES DE RECHANGE ASSURÉES

c/o Usines Ed. de SAINT-HUBERT, S. A., ORP

Motoculteurs BUNGARTZ

4 CV – 6 CV 2 et 4 temps — 9,5 CV 2 temps – 11 CV 4 temps au pétrole pour tracteur
12 à 14 CV Diesel

avec charrue, fraise rotative, cultivateur, faucheuse, remorque, pompe à pulvériser, bulldozer, etc... etc...



Motofaucheuse ALLEN 3 et 5 CV

simple et robuste — nombreux équipements

Tracteur sur chenilles BRISTOL

Stérilisateur de terre LERSCH

Ensileuse EIRICH (méthode Hardeland)

(broyeur de pulpes, hache fourrage, mélangeur et transporteur pneumatique combinés)

Motoculture Edmond ISBECQUE

136, Avenue Huart Hamoir,

BRUXELLES III — Tél. 15.39.70

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique).*